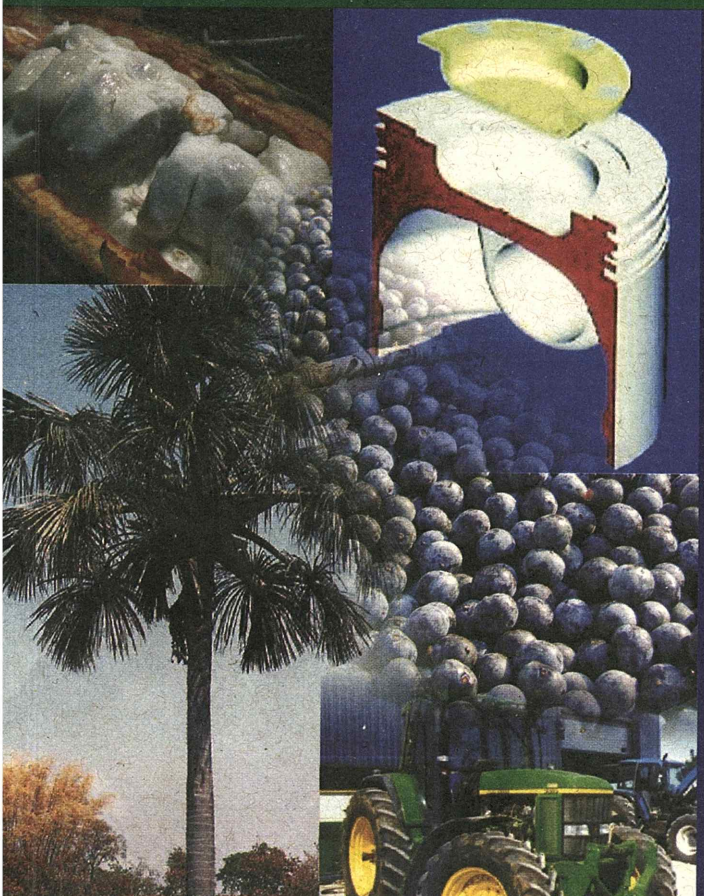
Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales



SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO

CIRAD

Chapitre 1

Fiches descriptives des olèagineuses brèsiliennes

Ana Cristina dos Santos Azevedo,
Christian Bedrossian, Jean-Louis Bélot,
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão,
André Berthaud, Marion Carli,
Didier Clement, Felipe Coelho Costa,
Wilma de Araujo Gonzáles,
Lucelia Alves de Macedo, Alexia Prades,
Waldir Ferreira Quirino, Renato Roscoe,
Patrick Rousset, Diego Aires da Silva,
Orlando Silva, Pierre Silvie

1. Coton
(*Gossypium spp.*)

1. Description botanique

- **Famille** : Malvacée
- **Espèces** : *Gossypium hirsutum* et *G. barbadense*
- **Nom populaire** : Coton, cotonnier

2. Description morphologique

Le cotonnier est un arbuste pérenne, qui sous la pression de la sélection variétale est maintenant cultivé comme une plante annuelle.

Sa tige principale est cylindrique, droite, et porte des rameaux émis au niveau de ses nœuds. Les branches latérales sont soit « végétatives », en nombre variable à la base du plant, soit « fructifères » à partir d'un certain niveau.

Le cotonnier présente plusieurs types de feuilles, les feuilles principales étant généralement lobées, mais avec un grand polymorphisme suivant les espèces et les variétés. La fleur de type hermaphrodite, est symétrique et complète, entourée de bractées, avec des pétales généralement jaunes qui deviennent roses après la fécondation. Le fruit vert est une capsule fermée de 3 à 5 loges, dans laquelle des fibres de coton se développent à la superficie des graines. La capsule mûre est déhissante, ce qui permet la récupération des graines et de la fibre (le coton-graine).

Sa racine principale est pivotante, dans la continuité de la tige principale de la plante, pouvant atteindre jusqu'à 2,5 m de profondeur. L'ensemble des racines se situe en grande partie dans les 20 premiers centimètres du sol.

Sur diverses parties de la plante, le cotonnier présente des glandes à gossypol, renfermant divers pigments toxiques.

3. Conditions édapho-climatiques

Le cotonnier est une plante tropicale à relativement large adaptabilité

- **Climat** : chaud, avec une période sèche surtout lors de la maturation de la plante et de la récolte.
- **Sol** : la plante préfère des sols de texture moyenne, profonds et riches en matière organique, perméables, bien drainés et assez fertiles. Toutefois, cette plante à grande adaptabilité, peut être cultivée dans différents types de sols aux caractéristiques physiques plus hostiles et moins fertiles, avec un minimum de corrections.
- **Température** : elle doit être comprise entre 14°C et 40°C, la température idéale se situant entre 23°C et 32°C. Au-dessus de 35°C, la photorespiration est trop élevée ce qui réduit la photosynthèse nette et handicape la capacité productive de la plante.
- **Humidité** : autour de 60%.
- **Précipitation** : de 700 à 1300 mm ; mais une production raisonnable peut être obtenue avec moins de 600 mm de pluies durant son cycle, ou au contraire avec plus de 2.000 mm comme dans l'état du Mato Grosso (MT).
- **Altitude** : peut être cultivé jusqu'à 1.000 m si la température le permet.

4. Localisation de la production

Pour la campagne 2007/08, le Brésil était le 5eme producteur mondial de fibre, avec 1,306 millions de tonnes.

- Depuis le début des années 2000, la production cotonnière au Brésil est concentrée dans le biome *cerrado* de la région centre ouest (états du Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goias,

District Fédéral), et des états de Bahia et du Minas Gerais. Pour la campagne 2007/08, plus de 1 million d'hectares y sont cultivés suivant un système de culture très intensifié et totalement mécanisé.

- Les anciennes régions de culture cotonnière, aussi bien du Nordeste que des états du sud du Brésil (São Paulo et Paraná), traditionnellement d'agriculture familiale ou de petits agriculteurs réalisant la récolte manuelle, représentent moins de 8% de la surface et 5% de la production.

5. Organisation de la production

Tous les paramètres indiquent que le Brésil pourrait accroître significativement sa production, avec des conditions de marché favorables.

La majorité du coton au Brésil est produite dans des systèmes de culture très intensifiés et totalement mécanisés. Les productivités (entre 4 et 5.000 kg de coton-graine/ha) sont les plus élevées du monde pour des systèmes pluviaux, le coton- graine est généralement égrené sur place dans les fermes/entreprises agricoles (*fazendas*), et la fibre commercialisée par le producteur. Le Brésil possède plus de 280 usines d'égrenage, mais seulement 27 sont modernes et de haute capacité. Prés de 40% de la fibre est exportée.

Dans le sud et le Nordeste, les petits producteurs sont encadrés par des coopératives ou des usines d'égrenage privées, qui assument souvent le rôle de fournisseur d'intrants, le producteur commercialisant son coton-graine.

Une très petite fraction de la production est destinée à des marchés de niche, coton coloré dans le nordeste (état de Paraíba) ou biologique (régions Nordeste et Sud), grâce à l'organisation de filières intégrées.

6. Cycle de culture

Il varie entre 120 et 210 jours, selon la quantité d'eau et de chaleur reçue et la précocité de la variété. Le cycle doit être positionné de façon à bénéficier de pluies à partir du semis, mais maturation et récolte doivent

avoir lieu au moment de la saison sèche. Les conditions climatiques des *cerrados* s'y prêtent parfaitement.

7. Ravageurs et maladies

• Les maladies

De nombreuses maladies sont présentent au Brésil, favorisées par les conditions d'humidité des *cerrados*. Elles sont provoquées par :

- une bactérie : la bactériose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*) ;
- des champignons: fontes des semis (*Colletotrichum*, *Fusarium*, *Pythium, Rhizoctonia*, etc.*)*, la Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides)*, la ramulariose (*Ramularia areola*), l'alternariose *(Alternaria* sp), le stemphylium (*Stemphylium solani*), la fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum)* ;
- des virus : la maladie « bleue », causée par un luteovirus transmis par les pucerons, et différentes mosaiques transmises par l'aleurode.

Les nématodes sont en voie d'extension, dont les trois principales espèces : *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis e Pratylenchus brachyurus*.

• Les ravageurs

La faune des Arthropodes du cotonnier est très diversifiée au Brésil. Les ravageurs reconnus sont :

- des lépidoptères (*Alabama argillacea, Heliothis virescens, Spodoptera frugiperda* et *S. eridania, Pectinophora gossypiella*) ;
- des pucerons (*Aphis gossypii*) ;
- le charançon du cotonnier, ou anthonome (*Anthonomus grandis*) ;
- des acariens (*Tetranychus urticae, Polyphagotarsonemus latus*) ;
- des aleurodes, ou mouches blanches (*Bemisia tabaci*) ;
- des punaises (Pentatomidae, *Horciasoides nobilellus e Dysdercus* spp.) ;

- des insectes foreurs (*Eutinobothrus brasiliensis* et *Conotrachelus denieri*), notamment dans la région sud ;
- des thysanoptères, ou thrips (*Frankliniella* spp.).

8. La récolte

La récolte peut s'effectuer de manière manuelle ou à l'aide de machines.

Quand manuelle, des sacs de coton ou de jute sont utilisés afin de limiter la contamination avec des fibres de polypropylène, puis le coton-graine est séché au soleil avant stockage. La récolte est réalisée en plusieurs passages, au fur et à mesure de l'ouverture des capsules.

La récolte mécanisée est réalisée par différents types de machines, de type « picker », équipées de fuseaux qui récupèrent le coton-graine, ou bien « stripper », qui arrachent l'ensemble de la capsule. Elle nécessite une préparation préalable de la parcelle, qui doit être sans mauvaises herbes, avec ses plantes défoliées et plus de 90% des capsules ouvertes. Pour cette préparation, le producteur utilise des maturateurs ou des défoliants.

Le coton graine récolté mécaniquement est généralement plus chargé en débris de capsules, de brindilles et de feuilles, que celui récolté manuellement.

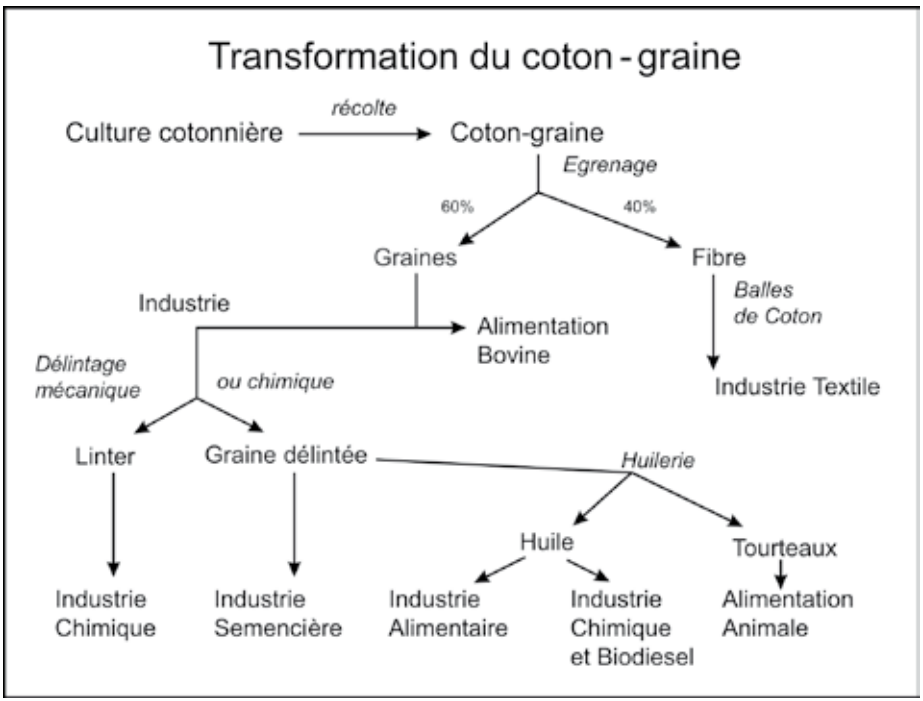
Après la récolte, les restes culturaux sont broyés et incorporés au sol. Cette biomasse ligneuse constitue dans certains pays (Egypte, Inde) une source énergétique significative (emploi de « briquettes »).

9. Description du produit récolté

La récolte des capsules est constituée par du coton-graine, graines et fibres encore liées au tégument de celles- ci. La fibre de coton est en effet un cylindre de diverses couches de cellulose déposée dans de longs poils ayant pris naissance sur des cellules de l'épiderme de chaque graine. Pour être utilisée en industrie textile, la fibre doit donc être au préalable séparée de la graine, processus industriel ou artisanal appelé « égrenage » ou « égrainage ».

10. Etapes de transformation

Dans les usines d'égrenage, le coton-graine est soumis à diverses étapes de nettoyage, séchage et ouverture avant d'être soumis au processus même d'égrenage qui sépare la fibre de la graine.



La fibre

Selon la longueur et la qualité de fibre commercialisée, des processus différents sont employés :

- pour les fibres de longueur moyenne (27 a 31 mm), qui constituent la grande partie de la production brésilienne et mondiale, le processus d'égrenage emploie des égreneuses à scies ;
- pour les fibres longues, dont on veut préserver les qualités, des égreneuses à rouleaux sont utilisées.

Une classification de la qualité est effectuée avant la commercialisation. Chaque balle de coton est classée visuellement et/ou à l'aide d'appareils automatisés appelés HVI, qui analysent un échantillon.

La graine

Après l'égrenage, la graine de coton est encore recouverte de « linter », poils courts présents à la surface. Bien que considéré comme sous-produit de la culture et représentant moins de 10% de la valeur de la récolte, la graine a de nombreuses utilisations. Elle peut être incorporée en l'état à hauteur de 30% dans la ration alimentaire du bétail. Au-delà de cette valeur, le gossypol, pigment toxique également présent dans les graines, peut provoquer des troubles digestifs. En aucun cas elle peut être utilisée pour l'alimentation des animaux monogastriques. En industrie, la graine peut subir un délintage mécanique qui permet de récupérer le linter, composé en grande partie de cellulose. Les graines délintées peuvent servir de semences ou entrer en huilerie.

Dans les huileries, la coque est préalablement séparée de l'amande. La coque est utilisée pour alimenter les chaudières de l'usine. Les amandes subissent les processus d'extraction de l'huile, par pressage mécanique et/ ou chimique, généralement extraction à l'hexane. Dans le cas de la production d'huile pour l'alimentation humaine, l'huile brute passe ensuite par des étapes de dégommage, neutralisation et clarification. L'huile brute peut suivre d'autres voies de valorisation énergétique ou chimique.

Les résidus d'extraction, tourteaux et farines, bien que de valeur nutritive inférieure aux tourteaux de soja, sont utilisés en alimentation animale. Dans ces tourteaux, le gossypol a été neutralisé en se combinant à certains acides aminés durant les divers processus d'extraction à chaud.

Rendements :

Dans les *cerrados* brésiliens, la productivité moyenne en coton-graine est supérieure à 4.000 kg/ha de coton graine.

Le « Harvest Index » des variétés actuelles, qui est le poids de coton-graine divisé par la biomasse aérienne totale, se situe entre 0,4 et 0.55. La biomasse de tiges ligneuses à la récolte représente donc entre 7 et 10 tonnes/ha.

Le pourcentage de graine se situe autour de 56%, pour 40% de fibre (entre 36 et 44%), la différence représentant les impuretés.

Le pourcentage d'huile dans les graines avec linter se situe aux alentours de 20%, représentant donc une production approximative de 450 kg d'huile par hectare dans les *cerrados*. Les facteurs variétaux et environnementaux peuvent modifier significativement ces valeurs.

11. Logistique

- **Stockage du coton- graine :** après la récolte, le coton-graine peut être directement acheminé vers les usines d'égrenage, soit en vrac dans des remorques spéciales, soit par camion sur lesquels les sacs de récolte manuelle ont été empilés. Dans la majorité des situations de récolte mécanique, le coton-graine est stocké en bord de champs sous la forme de blocs appelés « modules » d'une dizaine de tonnes, confectionnés à l'aide de presses. L'humidité du coton ne peut excéder 12% et chaque module est recouvert de bâches plastiques. Leur température est contrôlée afin de prévenir toute dégradation par fermentation.
- **Egrenage :** les modules sont ensuite transportés directement au moment opportun du champ aux usines d'égrenage sur des remorques spécialement adaptées. Le module est alors défragmenté avant le début du processus d'égrenage du coton-graine.
- **Transport de la fibre et de la graine :** en fin de processus, la fibre est pressée sous la forme de balles de 200 kg, soigneusement enveloppées. C'est sous cette forme de balle de coton que s'effectue le commerce international de la fibre. La graine obtenue est transportée en vrac vers les lieux d'utilisation, pour l'alimentation animale (graine entière ou tourteaux) ou la production d'huiles.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	18,4 – 37,7%	- mirystique (C14:0[1]) = 0,4 – 2% - palmitique (C16:0) = 17 – 31% - stéarique (C18:0) = 1 – 4% - béhénique (C20:0) = < 0,7%
	Acides insaturés	62,3 – 81,6%	- palmitoléique (C16:1) = 0,4 – 2% - oléique (C18:1) = 13 – 44% - linoléique (C18:2) = 33 – 59% -linolénique (C18:3) = 0,1 – 2,1%
Viscosité cinématique	37,9 cst[2] (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,915 – 0,923 g/cm³ (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	8.050 Kcal/l		
Indice de saponification	189 – 198 mg KOH/g		
Indice d'iode	99 – 113 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	Utilisation	
Fibre	HVI (Len, Str, IM etc..)	Textile	Produit principal
Linter	Cellulose	Textile et chimique	Co-produits primaires
Coque	Lignine et cellulose	Calorifique et Source de fibres faciles à digérer pour les ruminants	
Amande	30% à 40% de protéines 35% à 40% de lipides	Source de protéines pour l'alimentation humaine, après élimination du gossypol	
Huile brute		Industrie chimique ou biodiesel	
Tourteaux et farine		Rations animales, fertilisants	
Huile raffinée		Alimentation humaine	Co-produits tertiaires
Bourre			
Farine dégraissée			

[1] Le premier nombre indique la quantité de carbones de le chaîne et le deuxième la quantité d'insaturations (doubles liaisons).

[2] 1 cst (centistoke) = 1 mm2/s

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : testée pour du bio diesel.
- Potentiel : excellent en ce qui concerne la production de bio diesel étant donné sa constitution en acides gras, saturés et insaturés.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'huile de coton a de nombreuses applications : alimentaire (margarines, biscuits, chocolats), cosmétologique, pharmaceutique, sanitaire, énergétique (chauffage), lubrification, graisses, confection de savons.

Elle présente une excellente qualité nutritionnelle (acides gras essentiels comme l'acide linoléique) et est riche en vitamine E.

16. Organisation du marché

La totalité de la graine de coton produite au Brésil est utilisé sur place, soit pour l'alimentation animale directe, soit transformé en huilerie. En 2005, le Brésil a exporté 7666 tonnes d'huile de coton raffinée au prix de 0,48 dollar le kilo.

Une étude faite par le Centre d'Etudes Avancées en Economie Appliquée – Cepea – Esalq/USP (2006) considère que le bio-diesel produit à partir du coton dans le Nordeste est de bien meilleur marché. Il ne coûte que 0,66/litre. Toutefois, il n'est pas possible de calculer le coût de production de la graine de coton ; il est plus facile de toujours prendre son prix de marché, très fluctuant d'une année sur l'autre. D'après Barros et al. (2006), entre février et mai 2005, la tonne de graine de coton a été vendue à 180,00R$ dans l'Etat de Bahia et à 214,25 R$ dans l'Etat du Mato Grosso.

Le Tableau 1 présente les coûts de production d'un litre de bio-diesel de coton aux coûts du marché de la matière première.

Tableau 1 : Coût du litre de bio-diesel de coton à partir des prix du marché dans le cadre d'une production industrielle à trois échelles, dans les régions Nordeste et Centre-Ouest. (Valeurs en R$).

		Echelle de production		
		10000t/an	40000t/an	100000t/an
Région Nordeste	Matière première au coût du marché*	0,824	0,712	0,662
Région Centre-Ouest	Matière première au coût du marché*	1,904	0,975	0,923

Source: Barros et al. 2006.
* Information de la récolte 2004/2005.

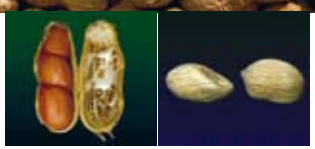
Les informations trouvées parlent généralement de coton-graine ou de fibre.

Plante relativement peu exigeante en eau, souvent cultivée au Brésil dans les cerrados en rotation avec le soja.

La fibre représente plus de 90% de la valeur du produit récolté, sachant que la graine a de multiples utilisations, tant en alimentation animale et humaine que pour des applications industrielles.

Les espèces cultivées possèdent généralement du gossypol, pigment toxique présent dans les parties aérienne et la graine.

2 – Arachide
(*Arachis Hypogea L*)



1. Description botanique

- **Famille** : Légumineuse
- **Espèce** : *Arachis Hypogea L*
- **Nom populaire** : Arachide, cacahouète

2. Description morphologique

L'arachide est une herbe composée d'une petite tige et de feuilles trifoliées abondantes. Sa racine pivot mesure entre 30 et 50 cm. Ses fleurs sont de couleur jaunes. Après fécondation elles s'inclinent vers le sol et son fruit (ou gousse) se développe en terre.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : saison végétative chaude, bien définie et pluies modérées
- **Sol** : la plante peut être cultivée dans tous les types de sol. Cependant sa productivité augmente si la parcelle est bien drainée. Des sols sablonneux sont également préférables car ils favorisent la pénétration des gynophores ou « ergots », ainsi que le développement des gousses.
- **Température** : pour une meilleure productivité, il est recommandé qu'elle reste dans une fourchette située entre 22°C et 29°C. La température annuelle moyenne ne peut pas être inférieure à 17°C.

- **Humidité** : variable.
- **Précipitation** : de 500 à 700 mm. La plante résiste bien à la sécheresse grace à sa longue racine.
- **Altitude** : adaptation à différentes altitudes.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : la prévision de la récolte brésilienne pour 2005/06 est de 286 000 tonnes de gousses. L'Etat de Sao Paulo est le plus gros producteur d'arachides avec 75% de la production nationale, suivi du Mato Grosso 7%, du Mato Grosso do Sul 4,3% et du Paraná avec 3,7%. Il est estimé que 80% des terres laissées en jachère après la culture de la canne à sucre sont occupées par l'arachide. La surface plantée est de 113 000 hectares. L'arachide peut être associée à la culture de la canne à sucre.
- **Potentiel** : 15% de la surface utilisée par la canne à sucre pourrait être consacrée annuellement à la culture de cette oléagineuse. L'arachide a la faculté de fixer les éléments nutritifs dans le sol. D'après les données de l'IEA[3] la surface potentielle de culture est de 550 000 hectares dans l'état de Sao Paulo.

5. Organisation de la production

Dans les régions sud du Brésil, la culture de l'arachide est assurée par les propres producteurs mais également par les fermiers des zones de production de la canne à sucre. La récolte est généralement mécanisée. Dans la région Nordeste, la taille moyenne d'une plantation d'arachide varie d'un tiers d'hectare à 5 hectares. Cette culture s'appuie généralement sur une main-d'œuvre familiale.

[3] Institut d'Economie Agricole.

6. Cycle de culture

Parmi les cultures tropicales annuelles, il s'agit de la plante qui a le cycle végétatif le plus court. Les variétés les plus précoces sont récoltées au bout de 90 jours. Malgré de nombreuses variétés, il existe deux grands types de cultures :

- les plants à port rampant, qui représente de 85 à 90 % de la production. Ils possèdent un cycle plus long, autour de 130 jours, mais présentent une meilleure productivité, un moindre coût de semences et de ramassage, qui est totalement mécanisé, ainsi qu'une plus grande résistance aux maladies foliaires ;
- les variétés à port érigé, qui représentent de 10 à 15% du total de la production. Elles ont un cycle plus court, de 90 à 120 jours.

7. Ravageurs et maladies

- Maladies :
  - la cercosporiose, le point noir ou la tache noire (*Cercosporidium personatum*) ;
  - la tache foliaire marron ou grise (*Cercospora arachidicola) ;*
  - la nécrose (*Sphaceloma arachidis).*

L'aflatoxine, agent naturel cancérigène, est produite par « *Aspergillus flavus* » qui se développe sur les grains entre 9% et 35% d'humidité. Elle est presente dans les grains, la farine et les produits dérivés. Elle est inexistante dans l'huile.

- Les ravageurs :
  - les thysanoptères (*Enneothrips flavens* et *Caliothrips brasiliensis*) ;
  - la cigale (*Empoasca kraemeri*).

8. La récolte

Dans les petites propriétés, c'est une main-d'œuvre familiale qui est généralement mise à contribution lors des opérations de récolte et de transformation. Après un arrachage manuel, les plantes sont mises à sécher, afin de réduire l'humidité des graines. Il n'est pas recommandé de retarder la période de la récolte car les graines peuvent germer dans les gousses, surtout lorsque les agriculteurs, cas du Nordeste, utilisent des variétés du type érigé que ne présentent pas de dormance. Un retard dans la récolte favorise la propagation des maladies et des parasites..

Le système semi-mécanisé, permet de réaliser une coupe des racines avant arrachage. Le séchage est effectué manuellement. La mécanisation permet de recolter 4 rangées à la fois et réduit les pertes d'environ 6%. Cette opération ne doit être effectuée que lorsque les gousses sont complètement mûres. Le séchage peut être fait dans des sécheuses ou sur des tamis où la plante est exposée au moins trois jours au soleil. Le stockage est fait dans un environnement sec et aéré. Si l'arachide est cultivée pour le marché de l' « arachide verte », la récolte doit avoir lieu entre 65 et 70 jours et sa cuisson doit être immédiate.

Dans l'Etat de Sao Paulo, l'utilisation de variétés précoces permet d'effectuer deux ensemencements par an ; en saison humide de septembre à octobre, et en saison sèche de mars à avril.

9. Description du produit récolté

Le produit ramassé est la gousse qui contient de 2 à 4 graines. Les graines contiennent en moyenne 50% d'huile, 22 à 30% de protéines, ainsi que des vitamines (E, B1 et B2), du phosphore, du potassium, du soufre, du calcium, du cuivre et du fer.

10. logistique

- **Transport** : il s'effectue en camions. Que ce soit lors du transport ou du stockage, les grains doivent être protégés de l'humidité, afin d'éviter le développement des champignons responsables de l'aflatoxine.

- **Stockage** : après récolte, les gousses sont mises en sacs de 25 Kg, qui est l'unité de base de commercialisation dans les campagnes.

11. Etapes de transformation

1- Processus de départ : séparer les grains par taille, à la demande du marché agroalimentaire qui est très exigeant. Cette arachide prend alors le nom de « HPS » (Hand Picked up Selected), même si elle n'est plus aujourd'hui séparée manuellement :

a) ouverture des sacs et ventilation des gousses ;

b) séparation des impuretés ;

c) ouverture des gousses et extraction des grains ;

d) séparation des grains par tailles ;

e) sélection électronique des grains et élimination automatique de ceux qui sont hors-norme (sans pellicule, cuits, tachés ou cassés) ;

f) conditionnement en sacs de 50 Kg.

2 – L'arachide industrielle est transformée en huile et en farine :

a) pré-nettoyage : retrait des macro-impuretés, comme les pierres et les morceaux de bois, etc ;

b) séparation : les grains et les gousses sont séparés ;

c) pressage pour l'extraction de l'huile, divisé en trois étapes :

c1) préparation du grain – trituration + lamination + chaleur humide, afin de diminuer la viscosité et la tension superficielle ;

c2) extraction mécanique où 60% de l'huile est retirée. Décantation et retrait des solides ;

c3) extraction chimique, utilisation de solvants (hexane) à une température comprise entre 48 et 52°C ;

d) après le pressage, l'huile est raffinée en trois étapes :

d1) neutralisation et lavage ; avec l'addition de NaOH afin d'éliminer les acides gras libres et d'autres composants. Lors de cette étape la « gomme » est retirée. Ce dérivé est utilisé dans des savons, acides gras, graisses et lubrifiants ;

d2) blanchiment ; retrait de résidus et substances colorantes. La présence de ces composés oblige à raffiner cette huile ;

d3) désodorisation ; retrait de saveurs et d'odeurs indésirables par distillation effectuée avec des jets de vapeur. Addition de conservateurs (TBHQ et acide citrique).

Rendement :

- en saison des pluies : 788 Kg d'huile/ha/an ;
- en saison sèche : 563 d'huile/ha/an.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	13,8%	- palmitique (C16:0) = 8,1% - stéarique (C18:0) = 1,5% - arachidique (C20:0) = 1,1% - béhénique (C22:0) = 2,1% - lignocérique (C24:0) = 1,0%
	Acides insaturés	86,2%	- oléique (C18:1) = 49,5% - linoléique (C18:2) = 35,4% - palmitoléique (C16:1) = 1,3%
Viscosité cinématique	42 cst (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,911 – 0,914 g/cm^3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	39,3Mj/kg		
Indice de saponification	187 – 196 mg KOH/g		
Indice d'iode	80 – 106 mg I_2/g		

Caractéristiques : arôme, fluidité, peu soluble dans l'alcool.

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	Utilisation
Grain		grain grillé, pâte et pâtisserie.
Farine	0,5 à 0,8% d'huile, Haute teneur protéinique (46%), Haute teneur en aflatoxines	Engrais organiques – café et citrique
Tourteaux	7 à 12% d'huile	Sans utilisation
Gomme	eau résiduelle et glycérine	Fabrication de savons
Gousse		Combustibles, fertilisants

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : bio-diesel.
- Potentiel : bio-diesel testé in natura avec un moteur Elko (problèmes de viscosité, basse volatilité et dépôts de gommes et de vernis).

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Utilisation alimentaire : mayonnaise, graisse hydrogénée (industrie boulangère, pâtisserie et fritures), margarine.

16. Organisation du marché

La production est commercialisée par l'intermédiaire de coopératives ou directement à l'industrie céréalière (transformation), qui évalue la qualité de la production (aflatoxine et rendement), fixe les prix et les délais de paiement (0 à 30 jours). Les prix sont fonction des variations saisonnières du marché (consommation nationale et exportations). La commercialisation est réalisée par des grossistes qui peuvent acheter l'arachide verte (près de 70

jours après l'ensemencement) ou pour répondre à la demande du marché de l'arachide grillée. Lorsqu'elle est cueillie sèche, la commercialisation est faite par les communautés. Cette production est ensuite revendue à des grossistes qui commercialisent le produit sur les marché locaux (foires, marchés et industries), voire dans les Etats voisins.

En 2005, le Brésil a exporté près de 18 000 tonnes d'huile d'arachide au prix de 0,88 US$/kg. Le sac de 25 kg d'arachide était vendu dans la région Sud-Est à 25,50 R$[4] (moyenne de juin 2004 à juin 2005).

Le tableau 2 présente les coûts de production d'un litre de bio-diesel d'arachide pour trois échelles de production, dans la région Sud-Est.

Tableau 2 : Coût du litre de bio-diesel d'arachide dans la région Sud-Est à partir des coûts de production agricole et des prix du marché dans le cadre d'une production à trois échelles. Valeurs en Réal (R$).

Origine de la matière première	Echelle de production		
	10000t/an	40000t/an	100000t/an
Matière première au coût du marché*	1,999	1,874	1,800
Matière première au coût de la production agricole**	1,732	1,610	1,541

Source: Barros et al. 2006.

* Cotation moyenne de juin 2004 à juillet 2005.

** Information de la récolte 2004/2005.

[4] R$ = 1,70 US$

L'arachide exige du calcaire et du phosphore.

L'aflatoxine, cancérigène naturel développé par l'arachide représente une sérieuse restriction à son utilisation dans les tourteaux et les farines utilisés dans l'alimentation animale.

L'arachide perd de l'espace face au soja, car cette dernière plante produit une huile de qualité et ses tourteaux ou farines, riches en protéines, peuvent être utilisés dans l'alimentation animale sans risque d'aflatoxine. De plus cette production est facilement exportable.

3. Palmier Babassu
(*Orbygnia phalerata*)

1. Description botanique

- **Famille** : Arécacée
- **Espèce** : *Orbygnia phalerata ; Orbygnia speciosa ; Orbygnia martiana*
- **Nom populaire** : babaçu ou babassu

2. Description morphologique

Ce palmier possède un stipe simple qui pousse jusqu'à 20 mètres de hauteur et dont le diamètre varie entre 20 et 25 cm. Il présente les restes des vieilles tiges tombées de son sommet. Les feuilles arquées peuvent atteindre jusqu'à 8 mètres de longueur. Les fleurs forment de longues grappes de couleur jaune-crème. Chaque palmier peut présenter jusqu'à 6 grappes qui fleurissent de janvier à avril.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Equatorial – cette plante pousse spontanément dans la région amazonienne.
- **Sol** : Non inondé.
- **Température** : L'optimum des températures est de20-27°C. La moyenne mensuelle des minima ne doit pas être inférieure à 15-24°C et des maxima a 28-34°C.
- **Humidité** : hygrométrie variable comprise entre 60 et 90%.
- **Précipitation** : La pluviosité idéale est de 1500 à 3000 mm par an.
- **Altitude** : <100m.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : Au Brésil, il existe de grandes plantations qui s'étendent dans le Sud du bassin amazonien, région où la forêt humide cède le pas à la végétation typique du Cerrado. Ce domaine occupe neuf états, mais les deux tiers des plantations sont localisées dans l'état du Maranhão, surtout dans les régions de Cerrado, Cocais et Baixada. Le Piauí, le Mato Grosso et Goiás sont les autres états qui en possèdent une quantité non-négligeable. Cette plante se trouve sur 17 millions d'hectares de forêt.
- **Potentiel** : Région Centre-Nord.

5. Organisation de la production

La forêt brésilienne est composée de près de 25 milliards d'arbres et produit près de 7 millions de tonnes d'huile par an. Un des principaux obstacles à l'amélioration de cette production vient de son organisation. En effet, elle ne concerne qu'une exploitation extractive restreinte à des familles pauvres. Cette production s'appuie sur une structure de production/commercialisation avec à la base des petites propriétés et des fermiers travaillant en partenariat avec les grands propriétaires terriens. De plus, la principale main-d'œuvre de cette production se trouve parmi les femmes et les enfants qui cassent et séparent l'amande de la coque. La drupe et l'endocarpe peuvent être utilisés par ces familles comme combustible dans des fours. Le mésocarpe peut servir à l'alimentation.

6. Cycle de culture

Le palmier commence à produire après 8 ou 10 ans d'existence, mais il atteint sa pleine capacité de production à l'âge de 15 ans. Sa vie moyenne est de 35 ans. Il produit de 3 à 6 grappes de fruits par an. Celles-ci sont composées de 150 à 300 noix, dont chacune renferme en moyenne 3 amandes. Le fruit commence à mûrir et à se détacher de la grappe à partir des mois de juillet et août.

7. Ravageurs et maladie

Etant donné qu'il s'agit d'une culture extractive, aucun parasite de cette espèce n'est connu.

Au niveau santé publique, il faut signaler qu'il existe une forte corrélation entre la présence de palmier Babassu à proximité des habitations et l'occurence de cas de maladie de Chagas dans les populations locales (le palmier babassu étant hôte des insectes pouvant transmettre cetet maladie à l'homme).

8. La récolte

La récolte est manuelle et généralement proche des lieux d'habitation. Cette activité est surtout réservée aux hommes.

9. Description du produit récolté

Les fruits sont ovales, légèrement allongés et de couleur marron. Ils poussent en grappes pédonculaires contenant environ 200 fruits. Chacun de ces fruits pèse en moyenne 190 grammes, mesure 9,4 cm de long et 6,0 cm de diamètre.

Répartition du fruit, en masse :

- endocarpe = 58% - 49%
- mésocarpe = 23% - 26%
- épicarpe = 12% - 18%
- amande = 7%

L'huile représente 66% du poids de l'amande.

10. logistique

- **Transport** : il s'effectue généralement à l'aide d'animaux.
- **Stockage** : Aussi bien le fruit que l'huile peuvent être stockés sur de longues périodes.

11. Etapes de transformation

Après la récolte, le processus d'extraction de l'amande de la noix de babassu est manuel. Il est effectué par des femmes et des enfants qui se servent surtout de hachettes. La noix est placée en équilibre sur le fil de l'instrument coupant qui se trouve entre les jambes de la « casseuse » (nom donné aux femmes qui réalisent cette tâche) ; après avoir été frappée de nombreuses fois avec force, à l'aide d'un morceau de bois, la noix est enfin cassée et délivre ses précieuses amandes. Chaque « casseuse » arrive à

produire en moyenne 5 kg d'amandes par jour. Le rendement d'extraction est très faible car la récupération des amandes ne représentent seulement que 7% du fruit.

Rendement :

De 97 à 175 kg d'huile/ha.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	84%	- caprylique (C8:0)= 5% - caprique (C10:0)= 6% - laurique (C12:0)= 44% - myristique (C14:0)= 17% - palmitique (C16:0)= 8% - stéarique (C18:0)= 4%
	Acides insaturés	16%	- oléique (C18:1) = 14% - linoléique (C18:2) = 2%
Viscosité cinématique	36 cst (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,915 – 0,920 g/cm^3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	8950 kcal/kg		
Indice de saponification	249 mg KOH/g		
Indice d'iode	16,3 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	Utilisation
Feuilles		Matière première servant à la fabrication d'ustensiles, de charpentes et de couverture de maisons ou d'abris
Fibre		artisanale
Amandes vertes	Fournissent un lait aux propriétés nutritives semblables à celles du lait humain.	alimentaire
Cœur de palmier		alimentaire
Sève	Haute teneur en saccharose	vin
Tourteaux	Riche en fibres (+/- 23%), en matière minérale (+/- 6%), en graisse (+ 51%), en protéine brute (+/- 18%) et même en huile (8%)	Ration alimentaire pour les animaux

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : sans utilisation.
- Potentiel : bio-diesel et production d'électricité dans des communautés isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Caractéristiques : huile riche en acide laurique, aux propriétés émollientes, ré-équilibrantes de la couverture hydrolipidique, humectantes, hydratantes, lubrifiantes, graisseuses, dispersantes de pigments. Elle solubilise les composants lipophiles et présente de hautes teneurs en acides laurique, myristique et palmitique.

Utilisation : fabrication de savons, savonnettes, cosmétiques, production de tensioactifs (oléochimie).

16. Organisation du marché

En 2005, le Brésil a exporté 110 tonnes d'huile de babassu, surtout vers l'Argentine et les Pays Bas, au prix de 2,21 dollars le kg. La coque est utilisée pour produire du charbon de qualité sidérurgique.

Système d'exploitation extractive.

Faible production d'huile.

4. Palmier Buriti
(*Mauritia flexuosa L*)

1. Description botanique

- **Famille** : Arécacée
- **Espèce** : *Mauritia flexuosa L.*
- **Nom populaire** : buriti ou miriti

2. Description morphologique

Palmier au port élégant dont le stipe droit peut atteindre jusqu'à 35 mètres de hauteur. Les feuilles sont grandes et disposées en éventail. Les fleurs forment de longues grappes pouvant atteindre 3 mètres de long, de couleur jaune. Elles fleurissent de décembre à avril. Les fruits ellipsoïdes sont recouverts d'écailles, de couleur marron-rouge et mesurent de 5 à 6 cm de longueur et de 4 à 5 cm de diamètre. La noix ovale et dure renferme une amande comestible.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Equatorial.
- **Sol** : La plante préfère des terrains marécageux, acides et avec une grande quantité d'eau.

- **Température** : idéale au-dessus de 30°C.
- **Humidité** : hygrométrie comprise entre 60 et 95%.
- **Précipitations** : La pluviosité idéale est de 1200 á 2800 mm par an.
- **Altitude** : jusqu'à 1000 m.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : Le buriti se trouve surtout dans la région Centrale et au Sud de l'Amazonie, où il est possible de planter jusqu'à 550 pieds à l'hectare.
- **Potentiel** : Terres inondées du Cerrado et Sud de l'Amazonie.

5. Organisation de la production

Exploitation extractive réalisée dans des petites communautés, qui en font de nombreuses utilisations comme la fabrication de liqueurs, de pâtes sucrées, etc. Son huile est généralement achetée par l'industrie cosmétique.

6. Cycle de culture

Ce palmier produit de décembre à juin. Chaque pied produit de 2000 à 6000 fruits. La production moyenne de fruits est de 200 kg/plant, soit 20 kg d'huile/plant/an.

7. Ravageurs et maladies

Etant donné qu'il s'agit d'une culture extractive, aucun parasite de cette espèce n'est connu.

8. La récolte

La récolte est manuelle. Lorsque le fruit commence à mûrir, les grappes tombent et sont ramassées. Le buriti a la particularité d'avoir un épicarpe dur à briser et une pulpe qui y adhère fortement. Pour effectuer cette séparation, on doit « casser » le fruit. Lorsque le fruit éclate, l'épicarpe et la pulpe se séparent facilement du noyau.

9. Description du produit récolté

Les fruits du buriti sont ovales, d'une longueur moyenne de 40 mm et de 70 mm de diamètre. Ils pèsent en moyenne une trentaine de grammes et sont constitués de 50% de pulpe, 45% de noyau et de 5% de drupe. La pulpe est jaune. L'amande est comestible.

10. logistique

- **Transport** : il s'effectue généralement à l'aide d'animaux.
- **Stockage** : Après transformation, l'huile ne présente pas d'altération sur le long terme.

11. Etapes de transformation

Il est nécessaire de faire un traitement thermique avant l'extraction de l'huile par pression de la pulpe. Ce chauffage augmente significativement le rendement d'extraction.

Rendement :

5000 kg d'huile/ha/an.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	19,4 – 21,3%	- myristique (C14:0)= 0,1% - palmitique (C16:0)= 17,3 – 19,2% - stéarique (C18:0)= 2%
	Acides insaturés	77,9 – 84,8%	- oléique (C18:1) = 73,3 – 78,7% - linoléique (C18:2) = 2,4 – 3,9% - linolénique (C18:3) = 2,2%
Viscosité cinématique	Non trouvée		
Masse spécifique	1,29 g/cm^3 (à 24°C)		
Pouvoir calorifique	8780 kcal/kg		
Indice de saponification	190 mg KOH/g		
Indice d'iode	72,6 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	Utilisation
Feuilles		Matière première servant à la fabrication d'ustensiles, de produits d'artisanat (hamac)
Pulpe	Haute concentration en vitamine C	Pâte sucrée, glace, crème, confiture, liqueur et jus.
Farine		alimentaire
Cœur de palmier		alimentaire
Sève	Haute teneur en saccharose	vin

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : testée pour du bio-diesel.
- Potentiel : bio-diesel et utilisation pure pour la production d'électricité dans des communautés isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Caractéristiques : huile comestible très riche en vitamine A. Elle a un effet soulageant et cicatrisant, des propriétés énergétiques et vermifuges

Utilisation : alimentaire, fabrication de savons, protection solaire (contre les brûlures), synthèse de composites en polyester et de polymetacrilate.

16. Organisation du marché

Le marché d'huile de buriti est très faible, il n'apparaît pas dans les bases de données de l'IBGE. La seule information concerne la production de fibre qui, en 2004, a été de 492 tonnes.

5. Colza
(*Brassica napus*)

1. Description botanique

- **Famille** : Brassicacée
- **Espèce** : Brassica napus
- **Nom populaire** : Colza ou Canola – Le nom de canola est celui d'un colza modifié produit au Canada (Canadian Oil Low Acid). Cette modification a apporté une diminution de la teneur en acides gras considérés comme toxiques pour les êtres humains (à cause de la présence d'acide érucique et de glucosinolates). Les huiles comestibles de haute qualité reçoivent donc l'appellation de Canola. Il s'agit de variétés de colza avec moins de 2% d'acide érucique et moins de 30 micromoles de glucosinolates par gramme de farine non-huileuse

2. Description morphologique

La racine est pivotante. La plante a une hauteur moyenne 130 cm. Les fleurs jaunes présentent de petites graines jaunes noircissant à mesure que se rapproche le moment de la récolte.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tempéré.
- **Sol** : profond, légèrement ondulé ou plat. La plante ne tolère pas les sols mal drainés. Des sols trop compactés posent des problèmes à ses racines qui ne pénètrent que difficilement. Ils

favorisent un détrempage propice aux maladies.

- **Température** : bonne adaptation à différentes températures.
- **Humidité** : hygrometrie idéale comprise entre entre 60 e 80%.
- **Précipitation** : important stress hydrique.
- **Altitude** : Plus la latitude est faible plus la plante exige de hautes altitudes, afin que la température nocturne soit basse.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : les principales zones de productions se trouvent dans l'Etat du Rio Grande do Sul, avec 26 000 hectares plantés en 2006, dans l'Etat du Paraná, et, plus récemment dans les Etats de Goiás et de Minas Gerais, avec des plantations commerciales.
- **Potentiel** : La région Sud renferme 3 millions d'hectares pouvant recevoir une culture de colza d'hiver.

5. Organisation de la production

Au Brésil, l'achat de matière première est garantie par différentes fabriques d'huiles. De nombreux producteurs se sont associés en coopératives, parmi celles-ci : Agricola Ferrari, Cotribá, Giovelli & Cie LTDA, Celena Alimentos, Bunge Alimentos.

6. Cycle de culture

Dans la région Sud, la meilleure époque d'ensemencement va du 20 avril au 30 mai. Dans les Etats de la région Centre-Ouest, les meilleurs mois d'ensemencement sont février et mars. Ces périodes correspondent à la période d'après récolte du soja, du maïs et du coton.

La durée moyenne du cycle du colza varie de 110 à 165 jours dans la région Sud, et de 85 à 127 jours dans la région Centre-Ouest.

7. Ravageurs et maladies

Le sclérotinia, causé par le champignon *Sclerotinia sclerotiorum*, est la seule maladie aux effets économiques vraiment importants. Celle-ci

touche également d'autres espèces utilisées dans la production de grains au Brésil.

Le Phoma du colza, causé par le champignon *Leptosphaeria maculans* était, jusqu'en 2003, craint des agriculteurs brésiliens et paraguayens. Cette année-là deux plants résistants à cette maladie ont été produits.

8. La récolte

La récolte est manuelle ou mécanisée à l'aide des mêmes instruments qui sont normalement utilisés pour le soja ou d'autres céréales. Des opérations de nettoyage des graines sont nécessaires.

9. Description du produit récolté

Graines de 1,5 mm à 1,9 mm de couleur jaune-noire.

Rendement de 2000 à 2600 kg/ha.

Pourcentage d'huile : 40% en moyenne.

Pourcentage de protéine : 24 – 27%.

10. logistique

- **Transport** : il s'effectue généralement par camions. Cette étape exige des soins spéciaux étant donné la petite taille du grain.
- **Stockage** : Lors de cette opération, il faut contrôler les paramètres de l'humidité et de la température. Il n'existe pas de restriction quant à l'urgence d'utilisation des grains.

11. Etapes de transformation

Le grain est nettoyé pour en retirer les impuretés. Le pré-chauffage, l'écrasement, la cuisson et le pressage sont les premières étapes de la fabrication de l'huile. Cette huile est filtrée.

La deuxième étape consiste à extraire le reste de l'huile à l'aide de solvants. Ensuite, l'huile est raffinée, clarifiée, désodorisée et neutralisée.

Rendement :

De 400 à 500 kg d'huile/ha/an.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	6%	- myristique (C14:0) = 0,1% - palmitique(C16:0) = 3,5% - stéarique (C18:0) = 1,5% - arachidique (C20:0) = 0,6% - béhénique (C22:0) = 0,3%
	Acides insaturés	92%	- palmitoléique (C16:1) = 0,2% - oléique (C18:1) = 60,2% - éicosénoïque (C20:1) = 1,4% - érucique (C22:1) = 0,2% - linoléique(C18:2) = 20,3% - linolénique (C18:3) = 9,7%
Viscosité cinématique	78,2 cst (à 20°C)		
Masse spécifique	0,914 – 0,917 g/cm^3 (à 20°C)		
Pouvoir calorifique	7984 - 8009 kcal/kg		
Indice de saponification	171,90 mg KOH/g		
Indice d'iode	110,8 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Le tourteau, source de protéines, est riche en aminoacides, en vitamines et en minéraux essentiels non-toxiques. Il est utilisé dans les rations animales et comme engrais organique.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : bio-diesel.
- Potentiel : bio-diesel et utilisation pure pour la production d'électricité.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Caractéristiques : l'huile de colza présente une faible teneur en acides gras saturés (7%), une forte quantité d'acides gras mono-insaturés (61%), ainsi qu'un niveau modéré d'acides gras polyinsaturés, parmi lesquels de l'acide linoléique (21%) et alpha-linoléique (11%). Elle est également riche en acide érucique.

Utilisation : alimentaire, matière première dans la production de margarine et de mayonnaise ; matière première pour une grande variété de produits industriels, comme les lubrifiants de moteurs, les agents graisseux, plastifiants, cosmétiques, produits pharmaceutiques et tensioactifs.

16. Organisation du marché

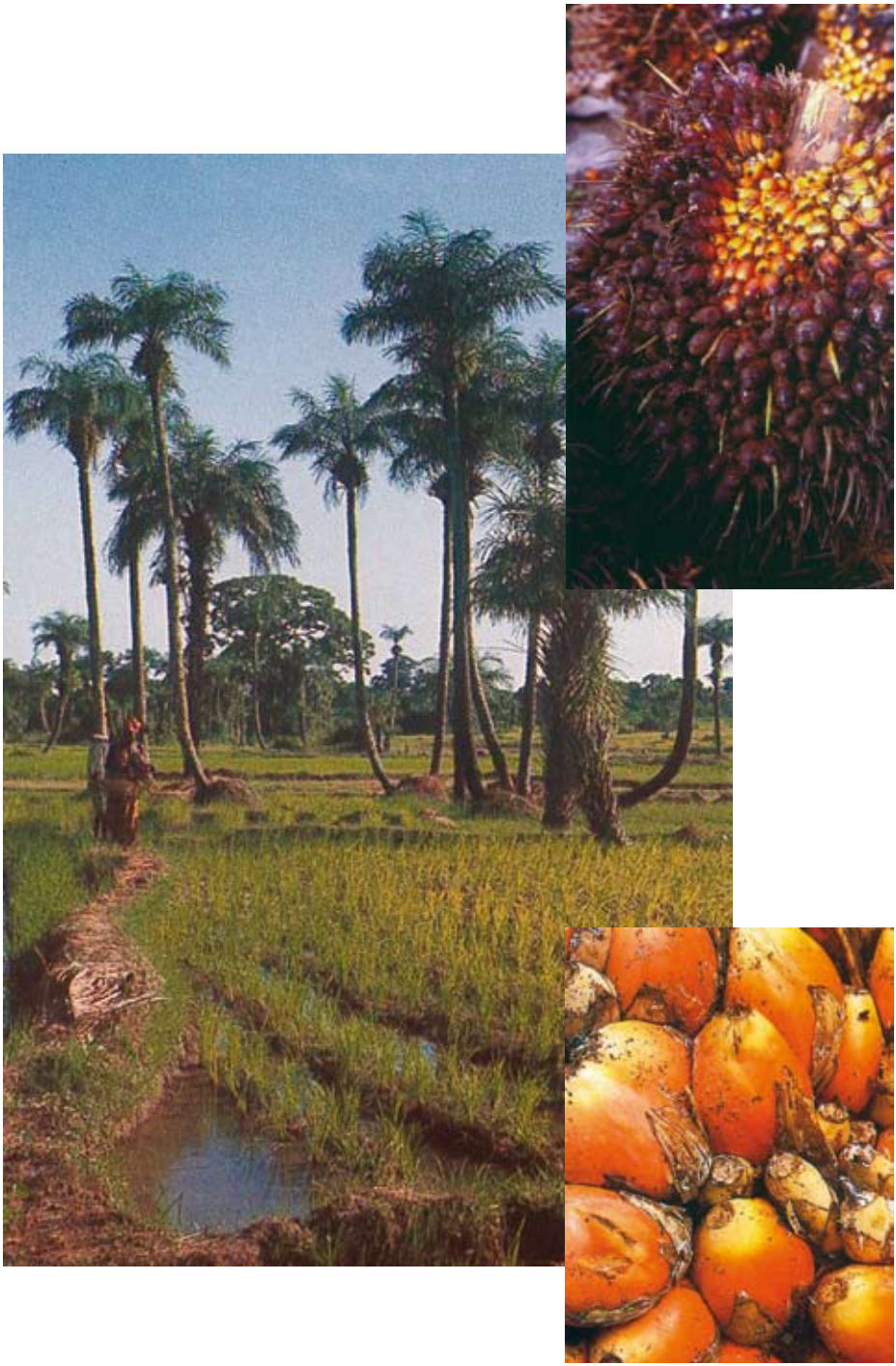
Sur le marché international, le colza a le même prix que le soja. Depuis 2004, les productions du Brésil et du Paraguay sont en grande partie vendues à des entreprises brésiliennes pour répondre à la demande du marché brésilien. L'huile de colza représente moins de 1% du marché interne des huiles végétales. mais devrait augmenter. En 2004, le sac de 60 kg de colza était vendu à 40 R$.

Plante qui a la capacité de se développer dans des sols pauvres en phosphore.

La culture du colza dans la région Centre-Ouest est la première culture commerciale de ce produit sous de basses latitudes, 17 à 18°.

Le colza réduit les risques de certaines maladies et permet que le blé d'hiver planté après lui soit plus productif, de meilleur qualité et ait un moindre coût de production.

Fort potentiel pour une utilisation pure comme carburant



6. Palmier à huile
(*Elaeis guineensis Jacq.*)

1. Description botanique

- **Famille** : Arécacée
- **Tribu** : Cocoinées
- **Espèce** : *Elaeis guineensis Jacq.*
- **Nom populaire** : dendê, palme africaine

2. Description morphologique

Ce palmier est une monocotylédone arborescente qui peut atteindre jusqu'à 25 à 30 mètres de hauteur. Le système radiculaire est de type fascicule.. Son stipe est droit, de couleur foncé et annelé à cause des cicatrices des bases petiolaires qui se détachent à partir de 15-20 ans. Les feuilles peuvent atteindre de 5 à 8 mètres de longueur suivant les origines. A la base des feuilles, le pétiole est recouvert d'épines, il se continue par le rachis qui porte les folioles (25 à 300, reparties de part et autre du rachis sur plusieurs plans.

Le palmier à huile est un plante monoïque : les deux sexes sont présents sur chaque arbre mais séparés en inflorescences males et femelles qui sont émises en cycles successifs.

Le fruit est un drupe pesant de quelques grammes à une trentaine de grammes. Les proportions de pulpe, de coque et d'amande (palmiste) varient suivant le type de fruit (Dura, Pisifera, Tenera), les origines et le degré de selection génétique.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Chaud et humide. Ce palmier pousse sur une bande de 10 degrés au nord et au sud de l'équateur.
- **Température** :. Les températures minima mensuelles doivent être supérieures à 18°C, et les maxima peuvent varier entre 28 et 34°C. En dessous de 18°C, il y'a des blocages de maturation des régimes et des effets mal connus sur la physiologie de l'arbre.
- **Précipitation** : Au-dessus de 1.800 mm/an, avec une distribution régulière sur toute l'année. Un déficit hydrique consécutif a des saisons sèches plus ou moins longue diminue le rendement de la palmeraie et donc la rentabilité de celle-ci. Il convient d'éviter des plantations dans de régions ou le DH est supérieur a 500 mm/an si la possibilité d'apports d'eau significatifs (irrigation ou nappe phréatique près de la surface) est impossible.
- **Insolation** : l'optimum se situe au-delà de 1.800 heures d'insolation/an. Toutefois il est préférable de prendre en compte le rayonnement global dont la moyenne doit être supérieure a 12MJ/m^2/jour.
- **Humidité** : un taux de 80% est idéal. Une humidité relative faible, se traduit par une réduction de l'activité photosynthétique due à la fermeture des stomates.
- **Altitude** : jusqu'à 600 m.
- **Sol** : le palmier à huile est assez peu exigeant concernant les sols sur lesquels il est installé. Néanmoins, les types de sols et leur aménagement influencent les performances de la palmeraie d'une façon plus ou moins forte suivant les conditions climatiques.
  - Le sol doit avoir une profondeur effective supérieure à 90 cm et ne doit pas être compacté. Une texture avec 25 à 30% de particules fines est préférable. Il doit être suffisamment perméable pour garantir une bonne aération et circulation d'eau.
  - Le palmier à huile s'accommode assez bien de sols chiquement pauvres, car il est relativement aisé de corriger des carences par l'apport d'engrais appropriés. Il supporte une gamme de pPH comprise entre 4 et 6.

- La topographie doit être plane. Il faut prévoir des aménagements spéciaux pour des terrains avec des pentes comprises entre 5 et 15%.
  - De à a 5% : aucun aménagement n'est nécessaire,
  - De 5 a 8%, prévoir de mesures anti-érosives (diguettes et fossés d'infiltration en courbes de niveau),
  - De 8 a 15%, terrasses continue en courbes de niveau.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : La culture au Brésil est marginale par rapport à la production mondiale. Elle se situe essentiellement dans les états du Pará (91%) et à de la Bahia (8,5%).
- **Potentiel** : Il est estimé à 70 millions d'hectares, surtout dans l'Etat d'Amazone (54 millions d'ha) où les conditions agricoles et écologiques sont idéales pour la mise en place de la culture de la palme.

5. Organisation de la production

En 2005, le Brésil a produit 132 000 tonnes d'huile de palme. Les producteurs ne sont pas très organisés. Il n'existe qu'un seul grand producteur, l'entreprise Agropalma (PA), qui représente à elle seule 72% de la production brésilienne.

6. Cycle de culture

Ce palmier est une espèce pérenne. Sa période d'incubation (germination, prepépinière et pépinère) est de 12 à 15 mois. Il commence à produire à partir du trentième mois après avoir été planté. Il atteint sa maturité productive (soit de 25 à 30 t/ha/an) à l'âge de huit ans. Cette productivité est maintenue jusqu'à sa 16ème année, ensuite il commence à décliner jusqu'à la fin de sa vie utile, suivant le matériel végétal utilisé et les conditions pedo-climatiques de la zone de culture.

7. Nutrition minérale:

Les besoins nutritionnels du palmier à huile peuvent différer selon la zone de culture (type de sols), le matériel végétal utilisé, l'âge de la culture et le niveau de rendement.

Les éléments minéraux considérés comme les plus importants sont : l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) ; le magnésium (Mg), le chlore (Cl), le bore (B) ainsi que le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) dans certaines situations particulières.

Le suivi de la nutrition minérale ainsi que l'élaboration du programme annuel de fertilisation, se font sur la base des résultats obtenus sur un essai de fertilisation représentatif des conditions de la plantation (qui permet de définir les niveaux de référence pour chaque élément dans la zone étudiée) et sur la pratique du diagnostic foliaire pour les parcelles industrielles voisines.

8. Ravageurs et maladies

Les palmeraies en Amérique Latine, peuvent être considérées comme un « paradis » pour un entomologiste et un phytopathologiste. Il est difficile d'énumérer tous les ravageurs et maladies qui peuvent affecter le palmier à huile, et la liste ci-dessous n'est qu'un résumé des ravageurs et maladies les plus représentés au Brésil.

Le **Rhynchophore du cocotier** – *Rhynchophorus palmarum* (coléoptère).

La **maladie de l'anneau rouge** – *Rhadinaphelencus cocophilus* (nématoïde), transmise par le Rhynchophore.

Le **lépidoptère des racines** – *Sagalassa valida,* en jeunes cultures. Les attaques sont contrôlées par des apports de rafles en couronnes au pied des jeunes palmiers ou des traitements insecticides.

Le **lépidoptère du stipe** – *Castnia daedalus,*. D'une façon générale, ce ravageur s'installe et prolifère dans des plantations ou la récolte est mal faite.

La **Fusariose** – *Fusarium oxysporum f.*sp. *elaeidis* (champignon). Se contrôle grâce a l'utilisation de croisements résistants par exemple de C 100 F du CIRAD.

Marchitez sorpresiva ou Marchitez – *Phytomonas* sp. (protozoaire).Transmise par une punaise du genre Lincus. Se contrôle aisement grace à des traiements des arbres atteints et des arbres voisins.

Jaunissement fatal (**A.F.)** – agent causal inconnu. Ce problème est généralisé dans les communes de Santa Barbara, Benevides, Santo Antonio do Tauá, Santa Isabel do Pará, Aracá, Mojú.

Des hybrides interspécifiques de E. Oleifera x E. guineensis se sont montrés résistants mais moins productifs. Néanmoins, les hybrides actuellement commercialisés ne sont pas résistants à la fusariose et pour cela ne peuvent être utilisés dans les plantations affectés par les deux maladies (AF & Fusariose).

Le jaunissement fatal (AF), analysé en particulier par le Programme Palmier à huile du CIRAD, est le principal obstacle au développement de cette culture en Amérique Latine.

9. La récolte

La récolte est manuelle. Elle a lieu tout au long de l'année et les arbres sont visités tous les 10 jours afin de recueillir des régimes à bonne maturité.

La récolte est faite avec toutes sortes d'instruments, selon l'âge et la hauteur des plantes.

10. Description du produit récolté

Il s'agit de plus ou moins 12 régimes par an. Chacun d'entre eux est composée de 1000 à 3000 fruits. Le fruit est ovale, d'une taille de 5 cm et d'un poids de 10g. Il est composé d'un noyau (8%) et d'un mésocarpe (92%).

11. logistique

- **Transport** : Le transport des grappes doit se faire le plus vite possible. Des parcelles aux points d'amassement, au bord des routes, ce transport est généralement effectué par des animaux,

comme les ânes, les mules, les bœufs ou buffles ou par des machines (petits tracteurs). Du bord des routes aux usines, les grappes sont transportées en camions ou en camions-bennes.

- **Stockage** : Le fruit ne peut pas être stocké. Entre la récolte et le début du processus de transformation (stérilisation), l'attente ne peut pas excéder 24 h, afin d'éviter l'acidification de l'huile.

12. Etapes de transformation

Après le pesage des régimes, ceux-ci sont déversées par une trémie dans un *stérilisateur* où ils sont cuits à une température d'environ 135°C et à une pression de 2 kg/cm^2, pendant 50 ou 60 minutes (cette étape devant être effectuée sous 24h après la récolte).

Elles passent ensuite dans un *égrappoir* qui sépare les fruits des rafles.

Elles sont enfin envoyées au malaxeur où la structure des cellules de la pulpe est cassée afin de libérer l'huile des cellules oléifères.

La pâte qui sort du malaxeur est pressée pour en extraire l'huile de palme. Ce pressage laisse les noix intactes mais mélangés aux fibres de la pulpe (tourteaux de la pulpe). Ce tourteau est alors séché afin de séparer les fibres des grains. Les grains sont mis dans un cylindre (polisseur) qui retire le reste des fibres. Ils sont séchés ce qui facilite le détachement des amandes de la coque. Ils vont enfin dans un broyeur qui sépare définitivement les amandes des coques. Les amandes sont finalement pressées et l'huile de palmiste produite.

L'huile de palme brute passe par un clarificateur/décanteur qui élimine la matière colloïdale et les impuretés solides. Une grande partie de l'humidité en est également retirée. Après ce processus l'huile de palme et l'huile de palmiste doivent être respectivement stockées à une température de 32 à 40°C et 30 à 35°C.

Rendement :

Il existe deux types d'huile : l'huile de palme, extraite de la pulpe du fruit, et l'huile de palmiste, produite à partir des amandes.

Cet oléagineux est l'un des plus productif avec 4000 à 6000 kg d'huile/ha/an suivant les zones de cultures et le matériel végétal utilisé.

La culture du palmier à huile est une activité agricole qui présente une balance énergétique extrêmement positive, étant donné qu'elle n'utilise que très peu de carburant fossile lors de son processus de production.

Comparaison de trois investissements dans les cultures énergétiques (Wood & Corley, 1993).

	Pays	Rendements (t/ha/an)	Consommation énergétique Gj/ha/an	Gj/t
Soja	USA	0,40	20,0	50,0
Colza	UK	1,02	23,0	22,5
Palmier á huile	Malaisie	3,86	19,2	5,0

13. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	6%	- laurique (C12:0) = <0,4% - myristique (C14:0) = 0,5 – 2,0% - palmitique (C16:0) = 41,0 – 47,0% - stéarique(C18:0) = 3,5 – 6,0%
	Acides insaturés	92%	- palmitoléique (C16:1) = <0,6% - oléique (C18:1) = 36,0 – 44,0% - linoléique (C18:2) = 6,5 – 12,0% - linolénique (C18:3) = <0,5%
Viscosité cinématique	39.6 à 43.13 cst (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,915 g/cm³ (à 15/4°C)		
Pouvoir calorifique	9104 kcal/kg		
Indice de saponification	200 à 203 mg KOH/g		
Indice d'iode	34 - 58 mg I_2/g		

14. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	Utilisation
Fibres		Chauffage des chaudières
Coques	Pouvoir calorifique supérieur à celui des fibres	Chauffage des chaudières et revêtement des routes desservant les plantations
Farine		alimentaire
Tourteaux d'amande	Teneur en protéines : 14 à 18%.	Engrais et ration animale

15. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : Bio-diesel – la culture du palmier est soutenue par des aides fiscales gouvernementales pour la production de biocarburants.
- Potentiel : bio-diesel et utilisation pure en motorisation pour la production d'éléctricité.

16. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Caractéristiques : Utilisation alimentaire de 70% de la production (huile, beurre et margarine).

Huile brute : sidérurgie, laminage des plaques d'acier, bain d'étamage, production de peinture et de vernis, fabrication de savons, savonnettes, détergents, bougies, produits pharmaceutiques et cométiques, ainsi que confiserie.

17. Organisation du marché

Le coût de production de l'huile de palme est de 136 R$ par tonne de régimes séchés (cotisations sociales, transport et stockage compris). La cotation de cette matière première sur le marché est de 150 R$ la tonne (cotation du mois d'août 2005 pour l'Etat du Pará) Barros et al. (2006).

Coût de l'huile de palme brute, d'après différents auteurs :

Coût de l'huile brute (U$$/l)	Source
0,20-0,23	Présidence de la République 2003.
0,17-0,20	Cahiers NAE, 2005. *

* Données de l'entreprise Agropalma.

Coût du litre de bio-diesel pur d'huile de palme (sans retenue fiscale). Valeur en Réal.

		Echelle de production		
		10000t/an	40000t/an	100000t/an
Région Nord	Matière première au coût du marché*	1,349	1,231	1,170
	Matière première au coût de la production agricole **	1,444	1,324	1,262

Source: Barros et al., 2006.

* Cotations moyennes de juin 2004 à juillet 2005.

** Informations de la récolte 2004/2005.

D'après le rapport final du Groupe de travail interministériel sur le bio-diesel (Présidence de la République, 2003), le coût de production du litre de bio-diesel pur d'huile de palme, sans retenues fiscales fédérales et d'Etats, est de 0,494 R$. Selon ce même rapport, le prix de vente du gazole minéral avec 5% d'additifs bio-diesel d'huile de palme permettrait de réduire le prix de vente de ce carburant de 0,72%, avec retenues fiscales, et de 2,29%, sans retenues fiscales.

Il existe deux types d'huile : l'huile de palme, extraite de la pulpe du fruit, et l'huile de palmiste, produite à partir des amandes.

Cette oléagineuse est la plus productive et la culture du palmier à huile est une activité agricole qui présente une balance énergétique extrêmement positive, étant donné qu'elle n'utilise que très peu de carburant fossile lors de son processus de production.

Fort potentiel pour la production de biodiesel et en utilisation pure dans les régions chaudes et humides.

7. Tournesol
(*Helianthus annuus*)

1. Description botanique

- **Famille** : Astéracées
- **Espèce** : *Helianthus annuus*
- **Nom populaire** : Tournesol

2. Description morphologique

Grandes fleurs (environ 30 cm de diamètre). Sa tige peut atteindre 3 m de hauteur. Ses racines sont pivotantes ou exploratoires, ce qui permet à la plante de mieux exploiter le sol. Sa racine principale peut atteindre 2 m de profondeur. La hauteur moyenne de la plante varie de 182 cm (ensemencement pendant la saison des pluies) à 150 cm (ensemencement à la saison sèche). Le diamètre des capitules varie de 18,0 cm (saison des pluies) à 14,8 cm (saison sèche). Pollinisation croisée et fleurs jaunes. Cycle de 90 à 115 jours. Les graines sont oblongues avec 11,43 mm de longueur, 6,09 mm de largeur et 3,94 mm d'épaisseur. Elles sont noires et rayées de gris.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : s'adapte à différentes conditions climatiques.
- **Sol** : se développe bien dans des sols variant d'une texture sablonneuse à argileuse. La plante n'exige pas une grande fertilité pour produire de façon satisfaisante. Le sol ne doit pas avoir de problème d'acidité (pH minimum = 5,2) et de compactage. Il est préférable d'opter pour des sols corrigés, profonds, fertiles, plats et bien drainés, afin que les racines se développent normalement.

- **Température** : idéale entre 27 et 28°C. Cependant, la production ne varie pas beaucoup si les températures restent entre 8°C et 34°C. La germination est inhibée si la température est inferieure à 4°C.
- **Humidité** : Les régions trop humides sont inadaptées à cette culture du fait des maladies qui prolifèrent dans ces environnements.
- **Précipitation** : La plante supporte les périodes de stress hydrique. L'idéal est d'avoir entre 500 et 700 mm de précipitations bien distribuées.
- **Altitude** : Le rendement est peu influencé par l'altitude.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : La principale région productrice de tournesol est le Centre-Ouest, avec 64,7% de la production totale. La région Sud produit 32,4% du total, suivie de la région Sud-Est avec à peine 2,2% de la production.
- **Potentiel** : Le tournesol peut être utilisé comme culture de rotation, surtout avec la canne à sucre. l'Etat de Sao Paulo possède un fort potentiel dans le développement de la production brésilienne de tournesol.

6. Cycle de culture

De 90 à 130 jours. Dans l'état de Sao Paulo, le tournesol est planté de septembre à mars. Il existe deux saisons ensemencement : celle de printemps, à partir de la mi-septembre, et celle d'été, fin décembre. La meilleure période d'ensemencement est celle qui va de fin décembre à la mi-février.

7. Ravageurs et maladies

- Ravageurs.
  - Le coléoptère du maïs (*Diabrotica speciosa*),

- La chenille noire (*Chlosyne lacinia saundersii),*
- Les punaises (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii e Euschistus heros*).

- Maladies.
  - L'alterniose (*Alternaria helianthi),*
  - Le mal blanc (*Sclerotinia sclerotiorum*).

8. La récolte

La récolte est mécanisée avec les mêmes matériels normalement utilisés pour le soja ou le maïs mais avec une adaptation pour le tournesol.

9. Description du produit récolté

Le produit contient 47% d'huile et 24% de protéines. Sa productivité va de 800 à 2400 kg/ha, selon la période d'ensemencement.

10. logistique

- **Stockage** : Comme la graine est peu affectée par les champignons et les vrillettes, le produit peut être stocké et utilisé tout au long de l'année. Il n'est pas recommandé de stocker de grandes quantités d'huile vierge, car elle se détériore. Il vaut mieux stocker la graine et effectuer le pressage selon les besoins en huile.

11. Etapes de transformation

La structure industrielle utilisée pour le coton et le soja peut facilement être adaptée au tournesol, sans grands investissements. Pour obtenir l'huile, il faut avant tout effectuer l'égrainage, et ne laisser que 7 à 10% de la coque adhérer à la pulpe, ce qui permet à l'huile de couler au sein de la pâte pressée.

L'huile brute obtenue sera raffinée soit par pressage discontinu, pressage continu. ou la combinaison des deux qui est la méthode la plus

utilisée. Les étapes du processus d'extraction par pressage continu et solvant en circuit fermé sont les suivantes : stockage des graines, nettoyage et tri des graines, égrainage, distillation de l'huile, élimination des cires, tamisage et grillage de la farine.

L'huile brute passe par un processus de neutralisation pour éliminer les acides libres. Après la neutralisation, les cires sont éliminées par refroidissement et centrifugation. Ensuite, l'huile est lavée à l'eau pour éliminer les impuretés et enfin elle est séchée pour retirer l'humidité. Cette huile est dépigmentée et désodorisée par chauffage sous vide qui permet d'éliiminer les odeurs, les saveurs et les couleurs indésirables. La brillance et la limpidité sont obtenues par filtrage et polissage.

Rendement :

De 350 à 500 kg d'huile/ha/an.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	13,4 – 13,65%	- myristique (C14:0) = 0,36-0,37% - palmitique (C16:0) = 6,53-6,65% - stéarique (C18:0) = 4,93-5,02% - béhénique (C22:0) = 1,14-1,16% - lignocérique (C24:0) = 0,44-0,45%
	Acides insaturés	84,24 – 86,56%	- palmitolélique (C16:1) = 0,36-0,37% - oléique (C18:1) = 16,04-16,33% - gadoléique (C20:1) = 0-0,2% - linoléique (C18:2) = 67,57-69,39% - linolénique(C18:3) = 0,27-0,27%
Viscosité cinématique	4,61 cst (à 40°C)		
Masse spécifique	0,915 – 0,920 g/cm^3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	7950 kcal/kg		
Indice de saponification	169 - 189 mg KOH/g		
Indice d'iode	103 - 124 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
farine	Source de protéines, pauvre en lysine, riche en sulfurés.	ration animale combinée avec de la farine de soja (riche en lysine, pauvre en sulfurés)
Miel	rendement: 20 à 40 kg de miel à l'hectare	
Plante	Matière organique, effet allélopathique sur plusieurs nuisibles, recyclage d'éléments nutritifs par l'intermédiaire des racines.	Engrais vert
coques		Combustible à chaudière
graines		Comestibles

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : bio-diesel.
- Potentiel : huile brute comme combustible (test de la CATI).

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Alimentation et médecine : cicatrisation, prévention des maladies cardio-vasculaires.

16. Organisation du marché

En 2005, le Brésil a exporté 2 104 tonnes d'huile brute de tournesol au prix de 0,63 US$/kg. Les exportations d'huile raffinée ont été de 122 tonnes pour un cout de 0,83 US$/kg. Les importations brésiliennes de ce produit, pour la même année, ont été de 8 528 tonnes d'huile brute à 0,58 US$/kg et de 3270 tonnes d'huile raffinée à 0,80 US$/kg.

Le plus gros producteur mondial de tournesol est l'Argentine, pays qui représente 87% des importations brésiliennes de tournesol.

Les coûts de production et les prix du marché du tournesol pour les Etats du Rio Grande do Sul, de Sao Paulo et du Mato Grosso se trouvent dans le tableau 5. Le tournesol dans le région Sud-Est est plus rentable s'il est acheté par le marché local au prix moyen de 21,10 R$ le sac de 60 kg.

Tableau 3. Coûts de production et prix du marché du tournesol.

Etat	Coûts de production (récolte 2004/05)	Coûts du marché (moy. juin/2004 – juin/2005)
Rio Grande do Sul	R$ 40,31/sac de 60 kg	R$ 20,30/sac de 60 kg
São Paulo	R$ 38,95/sac de 60 kg	R$ 21,10/sac de 60 kg
Mato Grosso	R$ 26,06/sac de 60 kg	R$ 24,70/sac de 60 kg

Source: Barros et al., 2006.

Le tableau 6 présente les coûts de production du bio-diesel de tournesol dans différentes régions, à partir de la matière première au coût du marché et au coût de production agricole.

Tableau 4. Coûts du litre de bio-diesel de tournesol calculé sur les coûts de production agricole et les prix du marché pour une production basée sur trois échelles de production industrielle, pour les régions Sud, Sud-Est, Nord, Nordeste et Centre-Ouest. Valeurs en réaux.

Région	Origine de la matière première	Echelle de production		
		10000t/an	40000t/an	100000t/an
Sud	Matière première au coût du marché*	1,003	0,889	0,835
	Matière première au coût de production agricole**	1,771	1,649	1,579
Nordeste	Matière première au coût du marché*	2,348	2,219	2,138
	Matière première au coût de production agricole**	1,707	1,585	1,517
Sud-est	Matière première au coût du marché*	0,973	0,859	0,806
	Matière première au coût de production agricole**	1,656	1,534	1,467
Centre-Ouest	Matière première au coût du marché*	1,371	1,253	1,191
	Matière première au coût de production agricole**	1,150	1,034	0,977

Source : Barros et al., 2006.

* Cotations moyennes entre juin 2004 et juillet 2005.

** Informations récoltes 2004/2005.

D'après le rapport final du groupe de travail interministériel sur le bio-diesel (présidence de la république, 2003), le coût de production du litre de bio-diesel pur de tournesol, sans retenues fiscales fédérales et d'Etat est

de 0,645 R$. Toujours selon ce rapport, le prix de vente du gazole minéral avec 5% additif de bio-diesel de tournesol entraînerait une réduction du prix de vente de ce carburant de 0,21, avec retenues fiscales, et de 1,79%, sans retenues fiscales.

Plante qui permet de recycler les éléments nutritifs du sol, recommandée pour les systèmes de cultures en rotation. Le produit IAC-Iarama a spécialement été développé pour un ensemencement fin novembre, surtout dans les régions productrices de canne à sucre.

Il s'agit de l'une des cultures les plus résistantes au manque d'eau, du fait de son système radiculaire profond.

Fort potentiel comme combustible pur.

8. Ricin
(*Ricinus communis L.*)

1. Description botanique

- **Famille** : Euphorbiacées
- **Espèce** : *Ricinus communis L.*
- **Nom populaire** : Mamona, Ricin

2. Description morphologique

Cette plante arbustive présente différentes colorations de sa tige, de ses feuilles et de ses rafles (grappes). De la cire peut également être présente sur sa tige et pétioles. Les fruits possèdent normalement des épines, mais dans quelques cas, ils sont inermes. Les graines sont de différentes tailles, formats et de couleurs très variables. Le ricin est xérophile et héliophile. Il est constitué d'un grand nombre d'espèces qui sont regroupées de la façon suivante :

- arborée, qui atteint jusqu'à 5 m de hauteur ;
- haute, avec une hauteur variant entre 2,5 et 4 m. Grandes fleurs (environ 30 cm de diamètre). Sa tige peut atteindre 3 m de hauteur ;
- moyenne, avec une hauteur entre 1,8 et 2,5 m ;
- naine, dont la hauteur est inférieure à 1,8 m.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Tropical et sub-tropical. Entre le 40ºN e 40ºS.
- **Sol** : La plante est exigeante et fatigue le sol. Elle demande une bonne topographie, la pente maximale ne doit pas dépasser 12%, et une bonne exposition au soleil. Il lui faut des sols argileux-silicieux ou silicieux-argileux profonds, fertiles et bien drainés. Les sols alluvionnaires sont excellents pour cette plante. Le pH idéal se trouve entre 6 et 7. La production n'est pas bonne dans des sols humides et pauvres.
- **Température** : entre 20 et 30ºC.
- **Humidité** : en dessous de 80%, idéale autour de 65%.
- **Précipitation** : de 375 à 500 mm de pluies pendant la période végétative.
- **Altitude** : Entre 300 et 1500 m.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : La région Nordeste assure 90% de la production brésilienne. 80% de cette production régionale est réalisée dans l'Etat de Bahia, les 20% restants viennent du Piauí, du Ceara, Rio Grande do Norte, Pernanbuc. Minas Gerais, Sao Paulo et Le Paraná complètent la production brésilienne.
- **Potentiel** : D'après l'étude agricole réalisée par l'Embrapa, 425 communes du Nordeste ont été identifiées pour produire cette culture. 189 d'entre elles se trouvent dans l'Etat de Bahia, soit 41,8% du total.

5. Organisation de la production

En 2004/05, le Brésil a produit 210 000 tonnes de ricin.

6. Cycle de culture

La meilleure saison pour l'ensemencement va d'octobre à novembre. Le cycle de la plante varie entre 180 et 240 jours, selon l'espèce cultivée.

7. Ravageurs et maladies

La Punaise verte: *Nezara viridula* (L. 1785) – (Hémiptère : Pentatonidae) ;

La chenille noctuelle ypsilon: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lépidoptère: Noctuidae) ;

La chenille de la feuille : *Spodoptera latifascia* (Walk, 1856) (Lépidoptère, Noctuidae) ;

L'acarien jaune : *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acarien: Tetranychidae) ;

L'acarien rouge : *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913 (Acarien : Tetranychidae).

8. La récolte

La récolte est essentiellement manuelle pour les variétés déhiscentes ou demi-déhiscentes. La récolte est réalisée de 2 à 5 fois par an lorsque les capsules sont devenues dures et cassantes en prenant une coloration brunate. Ensuite, on prélève les graines contenues dans celles-ci en écartant les régions médianes de chaque coque. Certaines variétés ont été développées pour une seule récolte mécanique.

9. Description du produit récolté

Selon la variété la graine de ricin varie en :

- poids: 0,3 g à 0,5 g.
- longueur : 10,6 mm à 23,5 mm.
- largeur : 6,7 mm à 14,7 mm.
- épaisseur : 4,7 mm à 8,3 mm.

La graine brésilienne est plus spécifiquement composée de 45% d'huile, 5% d'humidité, 20% de protéines, 13% de carbohydrates, 4% de cendres, 16% de fibres.

10. logistique

- **Transport** : les bogues de ricin sont ramassées et transportées dans des remorques tractées. Aux vues des caractéristiques de la région Nordeste (principale région de cette culture), la remorque est souvent tirée par des mules. Cette culture est donc une source potentielle de revenu pour les muletiers, et, ne consomme pas non plus de carburant. Cette solution a été adoptée en 2004, dans le cadre d'un projet intégré de culture du ricin pour une production d'huile et de bio-diesel à Quixeramobim – CE.
- **Stockage** : Les graines après avoir été séchées et pré-nettoyées, sont stockées en sac de 50 ou 60 kg, qui sont empilés dans des hangars ventilés, secs, protégés des insectes et des rongeurs. Certaines précautions doivent être prises en ce qui concerne le stockage du ricin : les graines abîmées se conservent moins longtemps que celles qui sont intactes ; ces graines accélèrent également la dissémination de champignons qui contribuent à accélérer le processus de détérioration, de germination, et ainsi affectent la vigueur des graines et la qualité de l'huile.

11. Etapes de transformation

La première étape consiste à récolter et à sécher les fruits. Lorsque les fruits sont indéhiscents, il faut les arracher. Un pré-nettoyage est nécessaire pour retirer les macros impuretés. Ensuite, les graines sont cuites, pressées. Ce processus permet de produire de l'huile de type 1, de meilleure qualité, et des tourteaux. Cette huile est ensuite centrifugée (dégommée), neutralisée, clarifiée et filtrée. Une huile servant à la fabrication de solvants chimiques est extraite des tourteaux.

Rendement :

De 500 à 800 kg d'huile/ha.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	2,3%	palmitique (C16:0) = 1,0% - stéarique (C18:0) = 1,0% - arachidique (C20:0) = 0,3%
	Acides insaturés	97,7%	- oléique (C18:1) = 3,0 % - linoléique (C18:2) = 4,2% - linolénique (C18:3) = 0,3% - dihidroxi-stéarique = 0,7% - ricinoléique = 89,5% (C17H32OHCOOH)
Viscosité cinématique	234,4 cst (à 40°C)		
Masse spécifique	0,96 g/cm^3 (à 20°C)		
Pouvoir calorifique	8163 kcal/kg		
Indice de saponification	187 mg KOH/g		
Indice d'iode	85 mg I_2/g		

Obs : l'acide ricinoléique contient un hydroxyle dans sa structure.

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Tourteaux	Haute teneur protéinique. Riche en ricine, ricinine et composés allergéniques dérivés.	Engrais organique, ration animale après détoxification (coût élevé)
Tige		Papier et tissus grossiers

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : le ricin et la palmier à huile sont les seules cultures qui reçoivent des aides fiscales du gouvernement pour la production de bio-diesel.
- Potentiel : bio-diesel.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Fabrication de peintures, de vernis, de cosmétiques et de savons (émollient doux, innocuité et humidifiant de la peau humaine), lubrifiant

pour des machines lourdes travaillant à des températures extrêmes (stabilité face aux variations de température).

16. Organisation du marché

Les prix pratiqués au moment de la récolte 2004/05 étaient d'environ 1,00 R$ les 1,30 kg de ricin en grains. Du fait de l'augmentation de l'offre, les prix ont chuté à 0,30 – 0,40 R$/kilo.

Après transformation, les prix du marché sont restés stables, soit 2 800 R$ la tonne d'huile de ricin et 700 R$ la tonne de ricin brut.

En 2005, le Brésil a exporté 11 782 tonnes d'huile de ricin au prix moyen de 0,82 US$/kg. La France a acheté près de 80% de cette huile brésilienne.

Le coût de production d'un sac de 60 kg de ricin dans l'Etat de Bahia est de 37,21 R$ (récolte 2004/2005). La valeur sur le marché de cette matière première est de 54,00 R$ le sac, prestations sociales, transport et stockage compris (cotations moyennes de juin 2004 à juillet 2005) Barros et al. (2006). Le tableau 7 présente les coûts de production d'huile de ricin par rapport à différents prix du produit brut.

Tableau 5. Coûts du kilo de ricin brut et estimation du coût de production de l'huile.

Prix du kilo de ricin brut *	Coût de production de l'huile*
0,40	0,614
0,45	0,718
0,50	0,823
0,55	0,926
0,60	1,031
0,65	1,135

Source: Alves et al., 2004.

* données 2004 fournies par l'entreprise Tecbio.

Le tableau 8 présente les coûts du ricin dans les régions Nord et Nordeste – coûts de production de la matière première et coûts d'achat sur le marché.

Tableau 6. Coûts du litre de bio-diesel pur de ricin, sans retenues fiscales fédérales et d'Etat, dans les régions Nordeste et Sud-Est.

Région	Coût de production (récolte 2004/05)	Coût du marché (moyenne juin/2004 – juin/2005)
Nordeste	R$ 1,585/L	R$ 2,219/L
Sud-est	R$ 1,610/L	R$ 1,874/L

Source : Barros et al., 2006.

D'après le rapport final du Groupe de travail interministériel sur le bio-diesel (présidence de la république), le coût de production du litre de bio-diesel pur de ricin, sans retenues fiscales fédérales et d'Etat est de 0,761 R$/l.

En 2006, les résultats d'une étude réalisée par le Centre d'Etudes avancées en économie appliquée – Cepea – Esalq/USP – en partenariat avec l'entreprise Dedini Indústria de base S/A, ont montré que le bio-diesel produit à partir du ricin, côté aux prix du marché, a coûté 23% plus cher que s'il était obtenu aux coûts de production agricole (soit produit par l'industrie).

D'après le rapport final du Groupe de travail interministériel sur le bio-diesel (présidence de la république, 2003), le prix de vente du gazole minéral avec 5% d'additif de bio-diesel de ricin entraînerait une augmentation du prix de vente de ce carburant de 0,21, avec retenues fiscales. Toutefois, sans retenues fiscales, ce prix de vente pourrait être réduit de 1,36%. Les auteurs de ce rapport considèrent également que cette exemption fiscale aurait des répercutions sur les rentrées d'impôts fédéraux et d'Etat, et que cela pourrait stimuler une adultération des carburants.

Le groupe hydroxyle présent dans l'acide ricinoléique confère à l'huile de ricin la propriété exclusive d'être soluble dans de l'alcool.

Le ricin s'adapte à différentes conditions climatiques. Etant donné qu'il est très résistant à la sécheresse, il est considéré comme option de revenu dans le Sertão du Nordeste.

La nécessité de détoxifier, actuellement à un coût élevé, le tourteau représente une forte limitation à la valorisation de ce co produit et, par conséquence, au développement à grande échelle de la production de ricin.

9. Jatropha Curcas
(*Jatropha curcas L*)

1. Description botanique

- **Famille** : Euphorbiacées
- **Espèce** : *Jatropha curcas L.*
- **Nom populaire** : Pigne du Paraguay, Pourgère

2. Description morphologique

Il s'agit d'un grand arbuste à croissance rapide d'une hauteur de 2 à 3 m, pouvant atteindre 5 m si les conditions lui sont favorables. Le diamètre du tronc est d'environs 20 cm, son écorce est lisse et la texture de son bois molle. Son canal médullaire est développé et peu résistant ; Ses tissus présentent de longs canaux qui s'étendent jusqu'aux racines et dans lesquels circulent du latex, substance laiteuse qui coule abondamment en cas de coupure. Le tronc est dès sa base subdivisé en branches. Il présente de nombreuses cicatrices causées par la chute des feuilles qui tombent pendant la saison sèche et qui repoussent dès les premières pluies.

Ses feuilles sont vertes, éparses, brillantes, larges et alternées, en forme de palme, avec 3 ou 5 lobules et pétiolées. Leurs nervures sont blanchâtres et sortent sur leur face intérieure.

La floraison monoïque est présente sur la même plante mais avec des sexes séparés. Les fleurs masculines, en plus grand nombre, se trouvent aux extrémités des ramifications, alors que les féminines se trouvent sur les ramifications. elles sont toutes de couleur jaune-vert, mais les masculines sont sans pédoncules articulés, alors que les féminines sont largement pédonculées.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : des climats les plus humides aux régions semi-arides. La culture de cette plante est conseillée pour les régions chaudes ayant une saison sèche bien définie.
- **Sol** : La plante ne supporte pas un pH inférieur à 4,5. Elle se développe rapidement, même dans des sols pauvres et pierreux. Elle s'adapte aussi bien sur les terrains en pente et arides que dans des sols humides. Cependant, pour obtenir de bonnes productions les sols fertiles sont recommandés, tout comme des corrections et des épandages d'engrais périodiques.
- **Température** : elle ne résiste pas à des températures très basses, mais tolère les gelées légères.
- **Humidité** : très résistante à la sécheresse, mais pour obtenir une bonne production de graines de bonnes conditions d'humidité sont nécessaires.
- **Précipitation** : idéale entre 300 et 1000 mm de pluies par an.
- **Altitude** : les résultats sont meilleurs lorsqu'elle est plantée entre 600 et 800 m.

4. Localisation de la production

- **Actuellement** : Il n'y a pas de grandes régions productrices. Il n'existe que quelques recherches en cours d'élaboration sur de possibles investissements qui permettraient de développer une production commerciale.
- **Potentiel** : Etant donné que cette plante est résistante à la sécheresse, elle peut être considérée comme option de revenu pour les populations du sertão du Nordeste. Néanmoins, elle s'adapte du Rio Grande do Sul à l'Amazonie.

5. Organisation de la production

Il n'existe aucune production organisée.

6. Cycle de culture

Cette culture est pérenne. La plante commence à produire dès la première année, mais n'est vraiment productive qu'après quatre ans. La première floraison a lieu 120 jours après l'ensemencement et les premiers fruits apparaissent après 180 jours. Ensuite, la floraison a toujours lieu au début de la saison des pluies et s'étend indéfiniment, tant que les conditions de température et d'humidité sont réunies. La maturation des fruits a lieu 60 jours après la floraison. Tout indique que la plante est capable de produire commercialement pendant 30 ans. Etant donné le manque de recherche quant à sa production commerciale, il est difficile de déterminer sa productivité moyenne. Certains rapports indiquent une productivité allant de 2000 à 5000 kg de grains/ha/an. Cependant, ces données ne sont que des extrapolations d'observations réalisées sur des plantes adultes isolées.

7. Ravageurs et maladies

Certaines maladies et ravageurs ont déjà été observés dans des régions de plantation. Lors de l'implantation de la culture, il y a une forte incidence de fourmis (saúva et rapa-rapa) ainsi que de termites. Il est donc essentiel de lutter contre ces insectes (surtout la fourmi saúva). Il existe également des rapports indiquant des attaques de grillons quelques semaines après l'ensemencement. Les principaux ravageurs de plantes adultes sont : l'acarien blanc *(Polyphagotarsonemus lattus*) et la cigale verte (*Empoasca* sp.) qui provoquent de sérieux dommages, et peuvent rendre non viable toute production si aucune mesure n'est prise. En ce qui concerne la punaise (*Pachycoris sp*.), malgré des observations fréquentes, il n'existe aucune donnée concluante quant aux des dommages qu'elle pourrait causer. La maladie la plus répandue est celle de la moisissure blanche *(Oidium* **spp.)**, champignon responsable du blanchiment de la feuille de la plante. La lutte contre les maladies et les acariens consiste simplement à pulvériser sur la plante du souffre en poudre. Il n'existe pas encore de recommandations concernant la lutte contre la cigale verte.

8. La récolte

La maturité des graines s'étale de janvier à juillet suivant les régions. Les capsules de jatropha ne mûrissent pas toutes en même temps ; il faut donc choisir les fruits bien murs c'est-à-dire quand ils sont de couleur brune. La récolte est essentiellement manuelle. Il existe quelques études préliminaires d'adaptation de cueilleuses. On prélève les amandes à l'intérieur des capsules. Ensuite, on casse les amandes pour extraire les graines, chaque capsule contient 2 graines. Après la collecte, les graines, les capsules ont encore une teneur en eau importante. Il ne faut pas conserver les graines dans cet état trop longtemps. Il est nécessaire de passer directement à leur préparation.

9. Description du produit récolté

Le fruit est capsulaire de 2,5 – 4 cm de longueur, de 2 – 2,5 cm de diamètre, de couleur marron foncé lorsqu'il est sec, quasi rond, légèrement striés, aux pointes aiguës, à l'endocarpe dur, au mésocarpe charnu et filiforme, et à l'épicarpe charnu et recouvert de petites élévations en forme de pointes. Il contient trois graines de 2 cm de long, 11 cm de large et 9 mm d'épaisseur. Chacune d'entre elles est oblongue, ellipsoïde, blanchâtre, striée de lignes, réticulée.

La graine contient une amande blanche et tendre, riche en huile. la graine pèse entre 0,48g et 0,72g, dont 66% de coque. Elle produit de 50 à 52% d'huile avec des solvants et de 32 à 35% avec trituration et cuisson de l'amande.

10. logistique

- **Transport** : le transport est semblable à celui du ricin. Etant donné sa faible masse spécifique, son transport sur de longues distances n'est pas viable.
- **Stockage** : Les graines peuvent être stockées de nombreux mois avant leur transformation sans perte expressive en ce qui concerne la qualité de l'huile.

11. Etapes de transformation

Cuisson préalable et pressage dans des presses de type « expeller ». Ensuite, l'huile est filtrée, centrifugée et clarifiée, pour obtenir un produit sans impuretés. Le tourteau contient encore 8% d'huile, qui peut être extraite à l'aide de solvants organiques, généralement de l'hexane.

Rendement :

De 500 à 1500 kg d'huile/ha/an. Des valeurs de 3000 kg d'huile/ha/an sont communement annoncées. Il s agit généraleemnt de rendement obtenus en laboratoire dans des conditions optimums.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	19,4%	palmitique (C16:0) = 14,3% - stéarique (C18:0) = 5,4%
	Acides insaturés	80,6%	- palmitoléique (C16:1) = 1,3% - oléique (C18:1) = 41,1% - linoléique (C18:2) = 38% - linolénique (C18:3) = 0,2%
Viscosité cinématique	27,3 – 31,5 cst (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,907 – 0,908 g/cm^3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	9169 - 9380 kcal/kg		
Indice de saponification	189 mg KOH/g		
Indice d'iode	97 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Tourteaux	57% de protéine brute, carbohydrates, lipides, haute teneur en nitrogène, phosphore et potassium. Haute teneur en curcasine et acide jathropique toxiques.	Engrais organique, ration animale après détoxification.
Coque	Haute teneur en lignine	Charbon végétal.
Plante	latex caustique coulant des feuilles arrachées ou déchirées.	Ficelle, support pour d'autres plantes et fixateur de dunes sur le littoral.
Graine		Médicinale: purgatif, traitement de la peau, de l'hydropisie, de la goutte, de la paralysie et des rhumatismes.
Latex		Médicinale: cicatrisant, hémostatique, purgatif
Racines		Médicinale : diurétique et anti-leucémique
Feuilles		Médicinale : contre les maladies de la peau, les rhumatismes et contre la syphilis.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : bio-diesel – combustible utilisé dans des lanternes.
- Potentiel : bio-diesel et utilisation de l'huile pure dans les moteurs (ce procédé a déjà été utilisé pendant la 2e Guerre Mondiale en Afrique et a donné des résultats satisfaisants).

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Fabrication de savon et de stéarine, de produits purgatifs pour les bovins et dans la médecine populaire (cf. utilisation de la graine), de peintures et de vernis, d'huile à lustrer, d'insecticide.

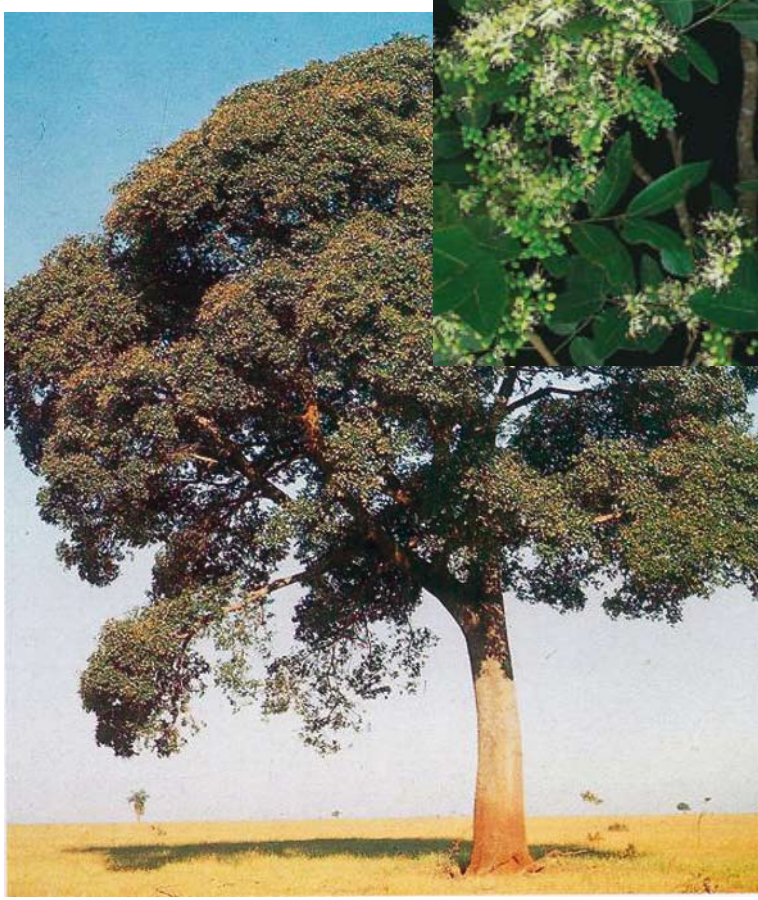
16. Organisation du marché

Il n'existe pas de marché organisé au Brésil.

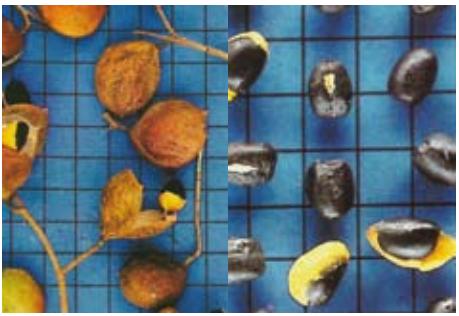
La culture de cette plante est peu connue. Son cycle n'est pas bien étudié. Les graines peuvent être conservées longtemps, sans détérioration de l'huile.

L'huile n'est pas comestible car elle est fortement toxique pour tous les êtres vivants.

Des etude sont encore necessaires avant d'envisager un développement à grande échelle.



10. Copaïba
(*Copaifera langsdorffii*)



1. Description botanique

- **Famille** : Légumineuses – Césalpinées
- **Espèce** : *Copaifera langsdorffii*
- **Nom populaire** : Copaïba, copaïba rouge, huilier, bois à huile

2. Description morphologique

Arbre atteignant une hauteur de 15 à 20 m, à l'écorce aromatique, au feuillage dense, aux feuilles composées de 1 à 12 paires folioles ; inflorescences paniculées avec de petites fleurs, nombreuses sessiles et disposées en épis ; quatre sépales ; généralement dix étamines, ovaires stipités ; deux ovules ;

fruits secs et ovoïdes avec deux valves, type haricot, mono-spermes et déhiscents, généralement lisses, avec un endocarpe sous-fibreux, de couleur marron, d'une taille de 4,5 cm, périodicité annuelle ;

graines solitaires de couleur noire, ovoïdes, brillantes et recouvertes par un arille riche en lipides.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : cette plante s'adapte à une grande variété de climats. Elle pousse en forêts sèches ou sur des terres inondées, au bords des lacs et des bras du fleuves Amazone, ainsi que dans les forêts du Cerrado du centre du Brésil.
- **Sol** : l'arbre se trouve sur des sols sableux et argileux.
- **Température** : moyenne annuelle de 17,6 °C (Jaguariaíva, PR) à 27°C (Floriano, PI).
- **Humidité** : hygrométrie comprise entre 60 et 75%.
- **Précipitation** : de 800 mm à Bahia à 2400 mm dans le Maranhão.
- **Altitude** : variable (0 à 1000m).

4. Localisation de la production

L'espèce pousse au Brésil surtout dans les biomes amazoniens et du cerrado, dans des forêts semi-décidues, ombrophiles denses et araucarias. Elle peut être également presente dans les états du Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Sao Paulo et Paraná. Dans ce dernier , elles sont localisées dans les forêts à feuilles larges du bassin du Paraná.

5. Organisation de la production

Il n'y a pas de production organisée au Brésil. La production d'huile résinée de copaïba varie d'arbre en arbre et les facteurs qui déterminent ces variations sont mal connus. De façon générale, les caractéristiques génétiques, les conditions édaphiques et l'époque de l'année sont considérées comme des sources de variations de la production, de la proportion d'individus productifs et de leurs caractéristiques physico-chimiques (Alencar, 1982 ; Rigamonte-Azevedo, 2004 ; Ferreira & Braz, 2006).

6. Cycle de culture

Certaines institutions recommandent de respecter un intervalle de récolte d'au minimum 2 (SEBRAE-AC, 1995 apud Shanley et al., 2005) ou 3 ans (Leite et al., 2001), mais sans aucun fondement technique et scientifique, car la récolte, si elle est effectuée de façon incorrecte, peut entraîner la mort d'un individu, voire des réponses physiologiques inconnues.

7. Ravageurs et maladies

Il n'y a pas de problèmes sérieux de ravageurs et de maladies de cette plante. Dans certaines parcelles naturelles, un champignon attaque les plantules, mais ne semble pas limiter sa croissance sur le terrain, même si ces attaques arrivent sur tous les rejets de l'espèce.

8. La récolte

La récolte est manuelle et extractive. L'huile de copaïba se trouve dans des poches distribuées sur les feuilles et dans le xylème primaire dont la sécrétion a lieu dans les canaux axiaux. Ces canaux sont verticaux et interconnectés de telle façon que l'huile résine est drainée quand l'un d'eux est perforé. Ainsi, il est possible d'utiliser une tarière pour extraire cette huile résine au lieu de la méthode traditionnellement utilisée qui consiste à effectuer une coupure latérale sur le tronc avec une hache ou une tronçonneuse (Alencar, 1982).

9. Description du produit récolté

L'huile résine de copaïba est composée d'une partie solide (55 à 60%) et des acides diterpènes, dilués dans de l'huile essentielle surtout composée de sesquiterpènes. La résine est une huile vitreuse, insoluble dans l'eau, onctueuse – elle adhère aux mains avec facilité – , à réaction acide

et avec une odeur peu prononcée (Fernandes, 1949). L'huile essentielle est extraite par distillation et présente des arômes marquants, raison pour laquelle elle est utilisée par la parfumerie (Veiga et Junior ; Pinto, 2002). Ses caractéristiques physiques varient de la transparence à l'opaque, du plus ou moins visqueux, du jaune pâle au brun clair doré, voire parfois transparent. Son arôme présente une odeur de coumarin forte et pénétrante, à la saveur aigre persistante, légèrement amère et très désagréable. Lorsqu'elle est exposée à l'air, cette huile résine devient plus sombre, plus visqueuse et plus dense (Wadt, Azevedo ; 2002).

10. logistique

- **Transport** : En 1993, l'IBAMA a fait publier l'arrêté N° 44 qui exige l'obtention d'une autorisation (ATPF) aussi bien pour l'exploitation que pour le transport de copaïba. Le produit ne peut sortir de sa région de production qu'avec ce formulaire. Cependant, du fait des difficultés de contrôle rencontrées par l'IBAMA, le marché noir et la contrebande sont monnaies courantes. Aujourd'hui, l'huile de copaïba peut être achetée n'importe où, puisqu'elle sort d'Amazonie cachée dans du bois, du café, etc.
- **Stockage** : L'huile est vendue en capsules et /ou en flacons, avec une validité de deux ans.

11. Etapes de transformation

Le procédé de transformation de l'huile résine consiste avant tout à séparer l'essence (huile essentielle) de la résine. Le rendement oscille entre 45 et 55% d'huile essentielle. L'huile essentielle est encapsulée et commercialisée comme produit pharmaceutique. La résine peut être commercialisée pour diverses applications industrielles, telles que : les cosmétiques, les vernis, les graisses, les fixateurs de pellicules, etc.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	%	- palmitique (C16:0) = 24,9%
	Acides insaturés	%	- oléique (C18:1) = 35,3 % - linoléique (C18:2) = 35,7% - arachidique = 1,1% - bonique = 3,0% - coumarin = 0,15%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	0,8925 g/cm^3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	10 044 kcal/kg		
Indice de saponification	133,2 mg KOH/g		
Indice d'iode	147,2 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Bois		Construction, ébénisterie, manches à balais et à outils, charronnage, parquets, portes, lambris, planches, etc.
Arbre		Arborisation et plantation en zone érodée.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : N'a jamais été utilisée.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'utilisation la plus commune de cette résine est surtout médicinale. Elle est utilisée comme anti-inflammatoire et anti-cancéreux. Du fait de ses propriétés chimiques et médicinales, l'huile de copaïba est très recherchée sur les marchés régionaux, nationaux et internationaux (Taylor, 1971).

Elle est également utilisée comme composant dans des vernis résistants aux hautes températures et dans la cosmétologie (fixateur de parfums) (France, 1987). Elle est finalement utilisée par l'industrie photographique afin d'améliorer la clarté des images dans des environnements peu contrastés .La résine peut être utilisée comme fixateur du papier Nascimento (1980).

16. Organisation du marché

Les informations existantes sur le marché national et international de l'huile et ses co-produits sont peu nombreuses. Historiquement, le Brésil est le plus grand producteur et exportateur de copaïba du monde. Des petites quantités de cette huile sont produites au Venezuela, Colombie et Guyanes (Sebrae, 1998).

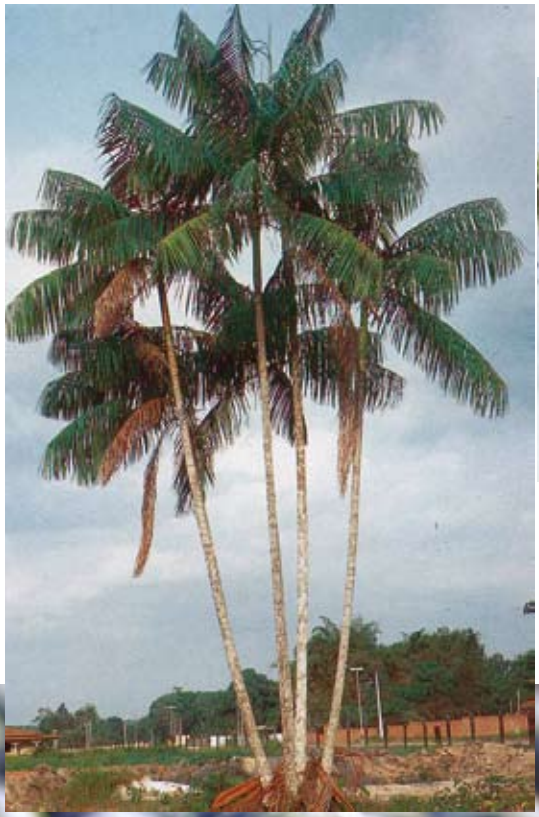
Les exportations brésiliennes d'huile de copaïba sont estimées à 100t/an. Les principaux importateurs du produit sont les Etats-Unis (50%), la France (30%) et l'Allemagne (15%). La région Nord a ainsi exporté près de 120 tonnes de ce produit en 1994. Plus de 80% de ce volume est sorti du port de Manaus. L'Etat de Rondônia est en train de développer cette production avec 10t commercialisées 'in natura' vers les Etats-Unis en 1993 et 30t en 1994. Cette huile a une importance significative dans le cadre des exportations de produits forestiers non-ligneux de l'Etat d'Amazonie. En effet, avec une moyenne d'exportation de 89 t/an, ce produit représente une recette de 215 000 US$/an. L'Amapa a également commencé à exporter ce produit.

Le tableau 9 présente les prix de vente de l'huile de copaïba en 1994 pour l'Etat du Pará.

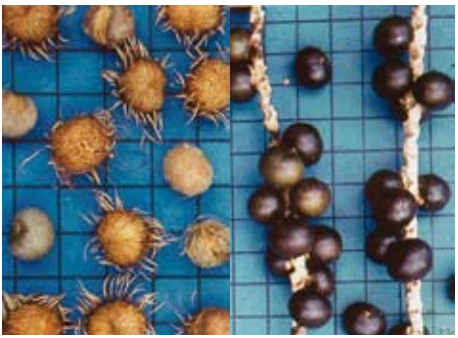
Tableau 7. Prix de l'huile de copaïba dans différentes communes de l'Etat du Pará.

Vendeur	Prix de vente (R$/litre)
Caboclo do Rio Capim, Pará.	2
Maison de ventes plantes médicinales, Belém.	25
Scieries, Paragominas	30
Propriétaires de scierie (de Paragominas vers Sao Paulo)	50
Marché Ver-o-peso, Belém (emballages de 20 ml, R$ 1,50 l'unité).	75
Aéroport, Belém (emballages de 20 ml, R$ 4,50 l'unité).	225

Source: Shanley & Medina (2005).



11. Açaï
(*Euterpe oleracea Mart*)



1. Description botanique

- **Famille** : Palmier - Arécacées
- **Espèce** : *Euterpe oleracea Mart*
- **Nom populaire** : Açaï, Palmier açaï, açaï de l'Amazone, Jussara

2. Description morphologique

Palmier à stipes multiples, de 3 à 20 m de hauteur, ses tiges sont lisses et font de 7 à 18 cm de diamètre ; de 40 à 80 amandes de chaque côté, ouvertes et régulièrement regroupées sur un même plan. Ses feuilles, de 2 m de longueur, sont au nombre d'une dizaine. Les fleurs, en grappes, sont petites, jaunes et fleurissent surtout de septembre à janvier, même s'il peut y en avoir toute l'année. Chaque pied produit de 6 à 8 grappes à partir de 4 ans, soit à l'âge adulte. Ses fruits mûrissent également en grappes et sont violacés, presque noirs à maturité.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tropical pluvieux. Ce palmier rencontre des conditions climatiques satisfaisantes dans les régions où la distribution des pluies est régulière ou dans des zones où même s'il y a une saison sèche définie, l'humidité est satisfaisante.
- **Sol** : Terre ferme (latosol rouge), plaines et bras de fleuves. Les plus grandes concentrations de ces palmiers se trouvent dans

les plaines et les marécages. Ils forment un écosystème de forêt naturelle en massifs connus comme 'forêt d'açaï' et couvrent une zone estimée à 1 million d'hectares. Cette espèce mésophile se développe bien dans des sols dont le pH varie entre 4,5 et 6,5, pauvres en calcaire, comme les sols de terre ferme, et surtout les plaines se trouvant le long des fleuves (Enríquez et al., 2003).

- **Température** : Les moyennes annuelles oscillent entre 22°C et 27°C, avec des maximas entre 28°C et 33°C et des minima entre 17°C et 23°C.
- **Humidité** : l'humidité relative de l'air varie entre 70% et 91% et est étroitement liée à la pluviométrie.
- **Précipitation** : La région reçoit entre 1300 et 3000mm de pluies par an. Celles-ci sont distribuées sur deux périodes, grande et petite saison des pluies (Bastos, 1972 ; Bastos et al. 1986).
- **Altitude** : Sans données.

4. Localisation de la production

- L'Etat du Pará est la principale région de développement de ce palmier. Des populations natives ont également été trouvées dans les Etats de l'Amapa, du Maranhão, du Mato Grosso et du Tocantins ; ainsi que dans des pays d'Amérique du Sud (Venezuela, Colombie, Equateur, Surinam et Guyana) et d'Amérique Centrale (Panama). Néanmoins, c'est la région de l'estuaire du fleuve Amazone qui présente les populations naturelles les plus denses.

5. Organisation de la production

La production des fruits qui venait essentiellement d'une culture extractive a commencé au début des années 1990. Elle s'organise autour de plantations naturelles et cultivées implantées dans des régions de plaines, en terre ferme, présentant une importante pluviométrie, en système individuel ou associatif, avec ou sans irrigation. Des données statistiques prouvent que près de 80% de la production des fruits reste extractive et que les 20% restants proviennent de ces nouvelles régions de plantation.

6. Cycle de culture

Cette plante commence à produire après 3 ou 4 ans. Son inflorescence est formée d'un ensemble de branches présentant un nombre variable de fleurs masculines et féminines qui, après le développement des fruits est appelée grappe. La floraison a lieu toute l'année dans l'Etat de l'Amapa et la production de fruits est plus importante entre les mois de janvier et de juin, avec un pic de production qui va de février à avril. Dans l'Etat d'Amazonas, la production s'étend de janvier à août. Toutefois, il existe des variations de production des fruits entre les différentes régions productrices.

7. Ravageurs et maladies

Avec l'expansion des cultures commerciales dans la région Nord du Brésil, les attaques d'insectes ont fortement augmenté causant de fortes pertes. Ces ravageurs, susceptibles d'attaquer cette plante, depuis son ensemencement jusqu'à sa phase adulte sont encore assez mal connus. Les principaux d'entre eux sont :

- *Cerataphis lataniae* Boisudval, (Hétéroptère : Aphididae). Connu comme le puceron noir du cocotier, il attaque plus facilement la plante en serre et durant ses trois premières années de vie.
- *Alleurodicus cocois* (Hétéroptère : Alyrodiae). Connu comme la mouche blanche, elle attaque le palmier en serre et pendant ses premières années de vie.
- *Atta* spp. (Hyménoptère : Formicidae). Fourmis plus connues sous les noms de 'sauvas', 'tanajura' et fourmis sauvas, elles attaquent la plantule de l'açaï lors de l'ensemencement, les plants en serre et pendant les premières années de sa vie, étant donné que ses feuilles sont alors très tendres. Les spécimens les plus connus sont : *A. laevigata* (sauva de la forêt), *A. cephalotes* (sauva à la tête de verre) et *A. sexdens sexdens* (sauva du citron du nord ou fourmi du manioc).
- *Rhynchophorus palmarum Linnaeus,* (Coléoptère : Curculionidae). Lépidoptère connu comme le foreur du cocotier ou rhynchophore du cocotier, il attaque la plante à partir de sa troisième année, lorsque son stipe est suffisamment développé. Ce ravageur attaque d'autres palmiers, surtout le cocotier et la palme africaine.

- *Mytilococcus (Lepidosaphis) bechii* (Hétéroptère : Diaspididae). Connue comme la cochenille virgule, elle attaque la plante en serre et pendant ses premières années de vie.
- *Alleurothrixus floccosus* (Hétéroptère : Aleyrodiae). Connue sous le nom de mouche blanche ou poux farineux, elle attaque l'açaï en serre, ainsi que les jeunes plantes.
- *Eutropidacris cristata* (Orthoptère : Acridiae). Connu comme le criquet du cocotier, il attaque surtout les plantes jeunes et les plants en serre.
- *Synale hylaspes* (Lépidoptère : Hesperidae). Connue comme la chenille verte du cocotier ou chenille verte, elle attaque la plante en serre. Elle attaque aussi d'autres palmiers (Gallo et al. 1988).
- *Hemisphaerota tristis* (Coléoptère: Crysomeliade).
- *Brassolis sophorae* (Lépidoptère: Nyphalidae). Connue comme la chenille des feuilles, chenille de la feuille de cocotier et brassolis.
- *Opsiphanes invirae* (Lépidoptère : Brassolidae). Connue comme chenille mangeuse de feuilles et opsiphane.
- *Eupalamides dedalus* (sin. *Castnia dedalus*, Lépidoptère : Castniidae). Connu comme foreur du stipe, foreur de la couronne foliaire et foreur des grappes du palmier africain.
- Les escargots : il s'agit de mollusques à coquille de 10mm de longueur qui se trouvent sur toute la plante, surtout lors de ses deux premières années de vie. Ils se trouvent plus particulièrement sur la flèche et les folioles les plus jeunes car ils s'en alimentent. La lutte la plus efficace est le ramassage manuel périodique sur les jeunes plantes.
- Les limaces : il s'agit de mollusques sans coquilles dont les habitudes alimentaires ressemblent à celles des escargots. Elles attaquent ce palmier en serre ou en terre. Elles s'alimentent des flèches et des folioles les plus jeunes. Elles se font plus présentes pendant la saison la plus pluvieuse et dans les endroits humides. Elles peuvent causer de sérieux problèmes aux jeunes plants dans leurs premières années de vie. La lutte peut être faite par ramassage manuel et nettoyage autour des serres, car elles se reproduisent dans des matériaux végétaux humides en décomposition.

8. La récolte

La récolte commence 180 jours après l'anthèse, lorsque l'épicarpe est violet-noir ou vert foncé, et qu'il est recouvert d'une couche grisâtre. La culture est difficile du à la hauteur des stipes (10 à 15 m) et à leur fragilité. Le ramassage a lieu généralement le matin pour éviter les pluies den fin de journée, les stipes devenant plus glissants et difficiles à escalader. Immédiatement après la cueillette, les fruits indésirables sont écartés.

Le ramasseur escalade le stipe à l'aide d'une corde, il coupe la grappe à sa base en faisant attention de ne pas faire tomber un trop grande nombre de fruits. Après la coupe, normalement, la grappe est déposée sur le sol, mais il est recommandé de la laisser sur une bâche ou un plastique, afin d'éviter une contamination des fruits.

L'Embrapa de l'Amazonie Orientale a testé avec succès une cueilleuse de grappe de palmier pêche *(Bactris gasipaes* H.B.K) qui peut être utilisée et adaptée au procédé de cueillette des grappes d'açaï. Cet appareil consiste en une perche d'environ 6 m de longueur en aluminium munie d'une lame en son extrémité, d'un récipient où est déposé la grappe et d'une poulie, qui permet de descendre et de monter ce récipient. Il permet donc de faciliter et de rationaliser la récolte des fruits dans des régions d'exploitations intenses. Le ramasseur est plus en sécurité puisqu'il n'a plus besoin de grimper sur la plante.

9. Description du produit récolté

Les fruits sont globuleux et lisses, mesurent un peu plus d'un centimètre de diamètre, présentent une riche pulpe comestible, ainsi qu'un noyau fibreux et dur. Ils sont de couleur noir-violet quand ils sont mûrs et sont utilisés dans la fabrication de liqueurs, de sucreries et de jus. Lorsque le fruit est sec, il renferme près de 4% d'une huile vert-foncé à l'odeur agréable (Pesce, 1941). La partie comestible du fruit représente de 5 à 15% de son poids et contient 25% d'humidité (Rogez, 2000).

10. logistique

- **Transport** : l'horaire de transport idéal est le matin parce que les fruits sont à une température plus basse, ce qui réduit leur

dégradation. Quand le transport est réalisé très tôt le matin, les fruits peuvent arriver, selon la distance, dans les grands centres de consommation, comme Belém, le lendemain de la récolte.

Quand le laps de temps entre la récolte et le dépulpage est de plus de 48 heures, les fruits sont transportés dans des sacs en polypropylène de 60 kg recouverts de glace. Néanmoins, la glace ne peut pas être en contact direct avec le fruit car elle brûle l'épicarpe, diminue la qualité du produit et augmente la zone d'exposition de celui-ci à l'attaque des micro-organismes. Le transport fluvial, dans les bateaux qui transportent le poisson, est possible à la condition de respecter des conditions d'hygiène convenables.

Dans la région amazonienne, le moyen de transport le plus utilisé est le transport fluvial, qui facilite l'écoulement de la production des fruits de l'açaï provenant des plaines fluviales. Ce transport est réalisé avec de petites embarcations dont la capacité varie de 200 kg à quelques tonnes. Ce type d'embarcation ne couvre que les petites distances et les opérations de transport ont généralement lieu la nuit et ne dure pas plus de 3h.

Lorsqu'il faut transporter des quantités plus importantes de fruits, les embarcations utilisées ont une capacité de 10 à 20 tonnes. Les petits producteurs riverains commercialisent souvent leurs productions loin des centres de consommation. Elles doivent donc être transportées sur de plus grands bateaux.

La production provenant des régions de terre ferme est normalement transportée par la route, en camion ou en camionnettes. Les fruits sont alors conditionnés dans des sacs de 60 kg, des paniers, des cageots ou des caisses en plastique. Le transport dans des récipients inappropriés, comme les paniers, provoque souvent des dommages et accélère la dégradation des fruits.

Pendant le transport, les fruits ne doivent pas être mis en contact avec des produits chimiques, des graisses, des combustibles, des engrais, des animaux vivants ou morts, comme le poulet et le poisson, ou n'importe quelle autre substance capable d'accélérer la contamination des fruits de l'açaï.

Après le déchargement, le véhicule utilisé au transport des fruits doit être nettoyé afin d'éviter la propagation de micro-organismes ou de ravageurs et des risques de dommages futurs.

Pendant l'intersaison dans l'Etat du Pará, les industries de transformation se trouvant à Belém sont fournies en fruits provenant des Etats du Maranhão et de l'Amapa. La production du Maranhão est transportée par la route, celle de l'Amapa par bateaux dotés de chambres froides ou de compartiments à glace.

- **Stockage** : Les endroits de stockage des fruits avant leur transport doivent être exclusivement destinés à l'açaï. Ces fruits ne peuvent pas être mis en contact avec d'autres aliments, matériels de nettoyage, carburants, lubrifiants, pièces de moteurs, engrais agricoles ou d'autres produits contaminant. L'endroit du stockage doit être préservé de ravageurs qui pourraient contaminer les fruits, directement ou indirectement.

  Après chaque récolte, et avant la suivante, il est recommandé de nettoyer l'endroit du stockage, d'eliminer les saletés, les insectes ou n'importe quel autre matériau étranger ou indésirable.

  Les fruits de l'açaï sont extrêmement périssables, ils doivent donc être dépulpés sous les 24 heures après leur ramassage, surtout s'ils sont stockés à température ambiante. Le processus de dégradation est accéléré, particulièrement quand les températures sont élevées dans les zones de production et de commercialisation. La protection du produit aux radiations solaires est un facteur important qui évite des pertes. L'excès d'eau est préjudiciable à la pulpe car elle occasionne une diminution des rendements et l'açaï présente alors une coloration incorrecte, ce qui restreint son acceptation sur le marché.

  La préservation des fruits après récolte peut être prolongée, comme dans le cas d'autres fruits tropicaux, s'ils sont conditionnés à une température d'environ 10ºC, bien qu'il n'existe pas d'étude formelle sur la conservation de ces fruits dans un environnement réfrigéré.

11. Etapes de transformation

La transformation industrielle de l'açaï comporte les étapes suivantes :

- La réception des fruits : Les fruits sont conditionnés en cageots, paniers ou caisses en plastique. Ils sont pesé (Fig. 1) et envoyé vers le triage.
- Le triage : Il est manuel et généralement réalisé sur des tables en acier inoxydable dotée de passoires dont les dimensions permettent de retenir les fruits et de laisser passer les impuretés plus petites, comme les restes de sépales, de terre, les fruits secs et mous, etc. Lors de cette étape, les fruits verts, ceux dont l'état phytosanitaire est précaire ou qui présentent un défaut qui les empêche d'être utilisés, sont éliminés. Dans certaines entreprises, les fruits passent dans une machine équipée de ventilateurs qui retirent les saletés provenant du ramassage, du transport, voire des fruits eux-mêmes.
- Prélavage, amollissement et lavage : les fruits sont envoyés vers un système où ils sont lavés 4 fois en série - dans le 1er les fruits sont trempés dans l'eau pour retirer les saletés qui y ont adhéré. Dans le 2e, les fruits sont mis à tremper pour ramollir l'épicarpe et le mésocarpe, afin de faciliter le dépulpage. Les variables de cette étape sont la température de l'eau et le temps d'immersion. En effet, selon les spécialistes, ils varient conformément à la provenance des fruits et à leur degré de maturité. La température de l'eau varie de 40 °C à 60°C, mais ne doit pas excéder cette dernière température. Le temps d'ramollissement va de 10 à 60 min. Plus le degré de maturité du fruit est important plus le temps d'immersion est court. Ces données sont empiriques car il n'existe pas, jusqu'à ce jour, d'etudes techniques portant sur l'amélioration du dépulpage sans affecter les propriétés de la matière première. Le 3e lavage est fait avec de l'eau chlorée (20ppm à 50ppm par l de chlore actif), pendant 20 à 40 mn. La solution de chlore ne doit pas être utilisée plusieurs fois car le pouvoir désinfectant de la solution diminue en raison de l'oxydation et de l'évaporation du chlore. Le 4e lavage, fait par aspersion d'eau potable, retire l'excès de chlore.
- Dépulpage et raffinage : les fruits sont envoyés par tapis roulant jusqu'au dépulpeur, type vis sans fin. Dans un premier temps les fruits sont dépulpés par injection d'eau. Exemple : pour préparer un 1 l de solution avec 50 ppm de chlore actif, il faut

2,5 ml d'hypochlorite de sodium à 2%. La pulpe est constituée de l'épicarpe et du mésocarpe du fruit. Après cette séparation, les noyaux sortent de la vis de transport des résidus et la pulpe tombe par gravité dans une cuve de raffinement (deuxième temps) où des passoires retirent tous les résidus indésirables. Dans un troisième temps, le produit obtenu est transféré dans une cuve pour être homogénéisé.

Procédé traditionnel ou semi-industriel :

Ce procédé à recours à des machines de dépulpage traditionnel, populairement appelées batteuses. Elles sont construites en acier inoxydable, leur forme est verticale et elles procèdent au dépulpage des fruits par addition d'eau. La batteuse reçoit des fruits qui passent par des palettes dont le mouvement circulaire créent un frottement sur les fruits, ensuite de l'eau est progressivement ajoutée. Le produit obtenu tombe par gravité dans une passoire fine et l'açaï se retrouve dans des cuves en acier inoxydable. Le rendement varie selon la provenance, la période de production, le laps de temps écoulé entre la récolte et la transformation des fruits.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés		- myristique (C14:0) = 4,7% - palmitique (C16:0) = 9,3% - stéarique (C18:0) = 10,2% - dodécanoïque (C12:0) = 3,5%
	Acides insaturés		- oléique (C18:1) = 45,7% - palminoléique (C16:3) = 4,8%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	0,9880 g/cm^3 (à 25°C)		
Indice de saponification	193,7 mg KOH/g		
Indice d'iode	70 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Fruit		Vin, pulpe ou fruits servent à fabriquer des glaces, des liqueurs, des sucreries et des gelées. Production de colorants et d'anthocyanine.
Noyau	Il correspond à 85% du poids total du fruit	Utilisé dans le production de cosmétiques
Fibre		Confection de meubles, plaques acoustiques, contreplaqué, industrie automobile ou autres ; les noyaux sont nettoyés dans les entreprises qui industrialisent les produits de type A4 sont utilisés dans la torréfaction du café, la boulangerie, l'extraction d'huile comestible, la phytothérapie et les rations animales. Elle est également utilisée pour produire de la vapeur, du charbon végétal et des engrais organiques.
Pulpe	Elle correspond à 15% du poids total du fruit.	Consommation alimentaire, glaces et autres produits dérivés.
Feuilles		Couverture de maisons et confection de chapeaux.
Stipes		Décoration, production de cœur de palmier, constructions rustiques, poutrelles, planchettes, etc.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : utilisation des noyaux comme source d'énergie, surtout dans des chaudières.
- Potentiel : bio-diesel et production d'énergie dans des communautés isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Les huiles extraites des fruits sont utilisées dans des formules cosmétiques.

16. Organisation du marché

Ses dernières années, la valorisation du fruit a contribué à consolider la culture de l'açaï natif en tant que principale activité du programme d'aide

au développement de cultures extractives (PRODEX), créé en juin 1996. L'intérêt pour cette culture a fait passer la surface cultivée de 9 223 ha en 1996 à 18 816 ha en 2002, destinée aussi bien à la production de fruits qu'à celle de cœur de palmier. Cette activité concerne 5000 producteurs, dont 92,1% se trouvent au Pará. En fort développement, le marché du fruit de l'açaï a été le principal élément de cette expansion.

Le fruit de l'açaï concerne un marché régional important car il occupe une place importante dans l'alimentation des populations locales. A Belém, il y a environ 3000 points de vente de ce fruit qui commercialisent journellement près de 120 000 litres . Il concerne des populations dont les revenus sont faibles. Dans l'Etat du Pará, où l'açaï fait partie de la culture, la consommation n'a fait qu'augmenter tout au long de ces années. Le produit est ainsi congelé afin de pouvoir être consommé toute l'année.

La demande d'açaï hors de la région est également en augmentation, surtout à Rio de Janeiro (500t/mois), Sao Paulo (150t/mois), Brasilia, Goiás et dans la région Nordeste (200t/mois).

En l'an 2000, une exportation de pulpe congelée a été effectuée vers les Etats-Unis et l'Italie. Le marché extérieur croit de 20% par an, avec la commercialisation d'açaï concentré en boîtes et avec la popularisation de ce produit dans des mélanges énergétiques destinés aux sportifs.

Comme tous les produits de culture extractive, il est difficile de quantifier l'offre de l'açaï. Cette offre est concentrée en Amazonie brésilienne, surtout dans l'Etat du Pará, principal producteur avec 92% de l'offre, suivi du Maranhão, de l'Amapa, de l'Acre et de Rondônia. L'ouverture de nouveaux marchés contribue à augmenter le déficit du produit, surtout au moment de l'intersaison de production.

Les prix du fruit varient beaucoup en fonction de l'offre locale, de la distance du marché consommateur et de la taille de ce marché. Le prix du fruit est fixé au moment de son arrivée chez le grossiste. Le prix 'd'ouverture', est le premier prix du jour, il correspond toujours au dernier prix de la veille. L'augmentation de la production provoque une diminution du prix de vente. Dans la commune d'Igarapé-Miri, au Pará, en 2004, un lot de 28kg coûtait 12 R$, mais il pouvait atteindre 45 R$ ou même 60R$ à l'intersaison. Pour le producteur, le temps de retour sur investissement est surtout fonction de la distance à parcourir entre la zone de production et la zone de vente ou de consommation en raison des coûts du transport.

12. Palmier Tucuman
(*Astrocaryum aculeatum*)

1. Description botanique

- **Famille** : Arécacées
- **Espèce** : *Astrocaryum aculeatum*
- **Nom populaire** : Palmier Tucuman, Tucuman de l'Amazonie

2. Description morphologique

La plante présente un stipe unique, droit, mesurant de 10 à 25 m de hauteur et 30 cm de diamètre, garni d'épines noires, fines, longues, piquantes, disposées en anneaux de plus en plus dense sur sa moitié supérieure. Les feuilles en épis mesurent de 4 à 5 m de longueur et présentent des épines sur toute leur surface, même s'il y en a plus sur la tige. L'inflorescence dressée mesure jusqu'à 2m de longueur, avec des fleurs femelles plus concentrées à la base des pédicelles et des fleurs males en plus grand nombre occupant le reste de chacune d'entre elles (FAO, 1987 ; Cavalcante, 1991).

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Tropical humide.
- **Sol** : pousse dans des sols pauvres, sur des terres fermes. La plante peut produire sans engrais pendant des années.

- **Température** : L'optimum des températures est compris entre 24 et 27°C. La moyenne mensuelle des minima varie de 15 á 24°C et des maxima de 28 á 34°C.
- **Humidité** : forte humidité comprise entre 80 et 90%.
- **Précipitation** : Variation annuelle comprise entre 1900 et 2800 mm.

4. Localisation de la production

L'espèce se trouve le plus fréquemment dans l'Etat d'Amazonas, mais aussi dans l'Acre, Rondônia, Roraima, Pará et Mato Grosso. Il se trouve aussi dans les Guyanes, au Venezuela, en Colombie, au Pérou et en Bolivie.

Il pousse dans des forêts de terre ferme, forêts secondaires (capoeiras), savanes, pâturages et champs. La plante est exceptionnellement tolérante aux sols pauvres et érodés (FAO, 1987).

5. Organisation de la production

Le Tucuman est commercialisé sur les marchés des villes de Porto Velho (Rondônia) et de Rio Branco (Acre). Les commerçants de Manaus le classent selon trois critères : excellent, bon et mauvais. La qualité du fruit détermine le prix d'un sac avec des valeurs pouvant évoluer d'un facteur 1 à 5.

6. Cycle de culture

Bien que cette plante soit apparemment peu exigeante quant à la fertilité des sols, sa culture en Amazonie est faible car il est difficile de faire germer les graines.

La production moyenne d'un palmier est de 12 kg de fruits par an. La fructification commence tard, lorsque l'arbre a 7 ans et a atteint une hauteur de 6-9 mètres (Cymers, 2005).

Il fructifie toute l'année, mais sa production est plus importante de janvier à juin (Miranda et al, 2001).

7. Ravageurs et maladies

- *Angiopolybia pallens*
- *Polistes pacificus*
- *Polybia quadrincincta*
- *Protopolybia char tergoides*
- *S ymbeca surinama*
- *Symoeca virginea*
- *Ectatomma brunneum*: Seulement les fruits jeunes (8 à10 mm de diamètre)
- *Terries* sp.: espèce de Curculionidé
- *Demotispa pr. Pallida*: dont les larves et les adultes rongent la coque du fruit.

8. La récolte

La récolte est manuelle et extractive.

9. Description du produit récolté

Les fruits, drupes sous-globuleux et ellipsoïdes, mesurent de 4,5 à 6 cm de long et 3,5 à 4,5 cm de diamètre ; ils pèsent de 60 à 80 g et présentent un calice et une corolle persistantes. L'épicarpe lisse et dur présente une coloration vert-jaune et mesure de 1 à 1,5 mm d'épaisseur. Le mésocarpe mesure de 7 à 8 mm d'épaisseur, il est compact, ferme, légèrement fibreux, oléagineux, de coloration jaune ou orangée. L'endocarpe est noir, consistant et ligneux, il mesure de 2 à 5 mm d'épaisseur et présente trois pores, disposés sur les sommets d'un triangle, dont seulement l'un d'entre eux verra émerger la plantule. En général, il n'y a qu'une graine par fruit, mais quelquefois il peut également y en avoir deux (FAO, 1987 ; Cavalcante, 1991 ; Kahn & Millán, 1992 ; Mendonça, 1996).

Les graines sont globulaires, oblongues et rarement ellipsoïdales. Elles mesurent près de 4 cm de diamètre et pèsent de 20 à 50 g, le tégument

fin a une coloration gris-marron ; l'endocarpe est solide (partie extérieure homogène, consistante et blanche) et liquide (partie intérieure et incolore) ; l'embryon, qui est inséré dans l'endosperme solide mesure environ 4mm de longueur et 2mm de diamètre, il est droit, cylindrique et présente deux régions : la proximale, qui correspond au pétiole cotylédonaire et enveloppe l'axe embryonnaire ; et la distale, qui équivaut au limbe cotylédonaire et deviendra la racine lors du processus de germination, absorbant les nutriments de l'endosperme et nourrissant la plantule en formation (Mendonça, 1996). La pulpe est jaunâtre et assez huileuse. Parmi les fruits de palmier qui peuvent être consommés *in natura*, il s'agit d'un des plus appréciés, aussi bien pour sa pulpe que pour son amande.

10. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	47,3%	- caprylique (C8:0)= 0,6 % - caprique (C10:0)= 0,8 % - laurique (C12:0) = 44,4% - myristique (C14:0) = 27,7% - palmitique (C16:0) = 8,3% - stéarique (C18:0) = 3,2%
	Acides insaturés	52,7 %	- oléique (C18:1) = 14,7 % - linoléique (C18:2) = 0,1% - linolénique (C18:3) = 0%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	1,3 g/ml		
Indice de saponification	245,2 mg KOH/g huile de la pulpe interne et 220, 2 mg KOH/g huile de la pulpe externe		
Indice d'iode	12,2 mg I_2/g huile de la pulpe interne et 46,4 mg I_2/g huile de la pulpe externe.		

11. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Pulpe	Riche en carotène, protéines, minéraux, lipides, carbohydrates, huiles et fibres.	Consommée in natura ou utilisée pour faire des glaces, des sandwichs, des vins et des crèmes pour des pains
Amande		Verte, elle sert d'aliment et mûre, elle produit de l'huile utilisée pour faire des savons
Coque du fruit		Utilisée dans le traitement de la gomme
Tronc	assez résistant	Utilisé dans des constructions rurales
Fibre		Tissage d'éventails et de tapis

12. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : testée pour du bio-diesel.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

13. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'amande mûre produit une huile qui est utilisée comme matière première dans la fabrication de savons (Miranda *et al*, 2001).

14. Organisation du marché

En 2003, le Tucuman était vendu dans les rues et les foires de Manaus de 0,50 R$ à 3 R$ la douzaine ; de 4 à 10 R$ la centaine ; et de 12 à 80 R$ le sac de 50 ou 60kg. A l'intersaison de production, la centaine est vendue à plus de 8 R$ et le sac coûte entre 40 et 100R$. Le prix de la pulpe est d'environ 20R$/kg et ne varie guère pendant toute l'année.

13 – Murumuru
(*Astrocaryum farinosum*)

1. Description botanique

- **Famille** : Arécacées
- **Espèce** : *Astrocaryum farinosum*
- **Nom populaire** : Palmier Murumuru, Huicungo

2. Description morphologique

Palmier mono-stipe pouvant mesurer jusqu'à 10 mètres de hauteur, épineux reconnaissable par ses grandes feuilles en épis de 60 à 70 cm de côté régulièrement regroupées et disposées sur un même plan, blanchâtres sur leur face intérieure.

Le tronc est garni d'épines noires, larges, disposées en anneaux. Les feuilles à la tige vigoureuse présentent d'abondantes épines ; inflorescence en rafles larges.

Les fruits drupes, globuleux et ellipsoïdes sont verts, jaunes ou rougeâtres lorsqu'ils sont mûrs. Ils sont recouverts de fines aculéoles. Sa pulpe jaune et acide peut atteindre 8mm d'épaisseur.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tropical humide.
- **Sol** : depuis des terres sableuses à des sols argileux, il pousse généralement sur des sols inondables, le long des berges des lacs, fleuves et bras de fleuves.
- **Température** : l'optimum des températures est compris entre 26 et 28°C avec des maximas variant de 26 á 28°C et des minimas variant de 21 à 24°C.

- **Humidité** : hygrométrie varie de 75 à 89%.
- **Précipitation** : elles sont comprises entre 1900 et 2700 mm/an.
- **Altitude** : variables.

4. Localisation de la production

L'espèce se trouve le plus fréquemment dans la région amazonienne.

5. Organisation de la production

L'huile de cette plante est commercialisée dans l'Etat de l'Acre. Les fruits sont achetés aux indigènes pour la production de cosmétiques.

6. Cycle de culture

La fructification a lieu de novembre à décembre.

7. Ravageurs et maladies

Etant donné qu'il s'agit d'une culture extractive, les ravageurs de la plante ne sont pas connus.

8. La récolte

La récolte est extractive. Les fruits sont ramassés au sol ou sur l'arbre lorsqu'ils sont rouges et mûrs. La récolte est réalisée entre les mois de janvier à mai.

9. Description du produit récolté

Le poids moyen du noyau de murumuru est de 12g et est composé de 50-55% de coque ligneuse et de 50-45% d'amande. Les amandes contiennent de 40 à 42% d'huile. Son huile n'est pas très différente de celle du Tucuman, du palmier à huile et du cocotier. Cependant, elle est plus consistante à cause de son point de fusion (32,5°C) supérieur à celui du palmier africain (25°C) et du cocotier (22,7°C). Cette carcateristique est interressante pour des mélanges avec des huiles végétales qui ont point de fusion inférieur.

10. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	91,3%	- Caproïque (C6:0) = 1,2% - Caprique (C10:0) = 1,3% - Laurique (C12:0) = 47,8% - myristique (C14:0) = 29,0% - palmitique (C16:0) = 8,9% - stéarique (C18:0) = 3,1%
	Acides insaturés	6,3 %	- linoléique (C18:2) = 6,3%
Masse spécifique	0,9325 g/cm^3 (à 15°C)		
Indice de saponification	241,6 mg KOH/g		
Indice d'iode	11 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Pulpe	Riche en carotène, protéines, minéraux, lipides, carbohydrates, huiles et fibres.	Consommée in natura ou utilisée pour la fabrication de glaces, des vins et des pates à tartiner
Feuilles		Lorsqu'elle est mûre, la fibre en est extraite pour fabriquer des sacs, couvertures, etc.
Fruit		Lorsqu'il est mûr, il est utilisé dans l'alimentation animale.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : utilisé comme combustible sur des moteurs sationnaires.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'huile est utilisée comme matière première dans la fabrication de savons.

L'huile de murumuru est grise et n'a pas d'odeur, ni de goût marquant, elle est donc utilisée dans la fabrication de margarine et de graisses végétales. Comme elle est assez consistante, cette huile peut remplacer le beurre de cacao dans la fabrication de chocolats.

14. Bacaba
(*Oenocarpus bacaba*)

1. Description botanique

- **Famille** : Arécacées
- **Espèce** : *Oenocarpus bacaba*
- **Nom populaire** : Palmier Bacaba, bacaba véritable (Brésil)

2. Description morphologique

Palmier mono-stipe lisse, de 7 à 22 m de hauteur et de 12 à 25 cm de diamètre ; la plante produit de 70 à 200 fruits regroupés et disposés sur différents plans.

Le fruit est une drupe moins allongé quand il est jeune et moins globuleux à l'âge adulte. Il peut peser jusqu'à 3grammes. Ce palmier se reproduit par germination. Ses graines germent entre 60 et 120 jours et poussent lentement.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : forêt vierge dense et en terre ferme.
- **Sol** : pauvre, argileux et non-marécageux.

- **Température** : l'optimum des températures est compris entre 24 et 28°C avec des maximas variant de 28 á 34°C et des minimas variant de 21 à 24°C.
- **Humidité** : variable comprise entre 80 et 90%.
- **Précipitation** : comprise entre 1800 et 2700mm/an.

4. Localisation de la production

L'espèce se trouve le plus fréquemment dans la région amazonienne, dans tout le bassin de l'Amazone, mais avec une plus forte densité dans les Etats de l'Amazonas et du Pará.

5. Organisation de la production

Toute la production est consommée localement.

6. Cycle de culture

La plante commence à produire après 6 ans, lorsqu'elle atteint 3 à 4 m de hauteur. Dans l'état du Pará, ce palmier fleurit de juin à août et fructifie entre décembre et avril durant la saison des pluies. Toutefois, les fruits se rencontrent toute l'année.

7. Ravageurs et maladies

Etant donné qu'il s'agit d'une culture extractive, les ravageurs de la plante ne sont pas connus.

8. La récolte

La récolte est faite manuellement quand les feuilles sont mûres. Le ramasseur monte à l'arbre et attache la grappe avec une corde ou une liane et la descend délicatement jusqu'au sol.

9. Description du produit récolté

Les grappes pèsent normalement entre 6 et 8 kilos, mais peuvent atteindre un poids supérieur à 20 kg. Les fruits ellipsoïdes, globuleux et lisses, mesurent entre un et deux centimètres de diamètre. Ils sont d'une coloration violet-noir. Ils ont en moyenne une teneur en humidité de 25%. Les fruits sont composés pour 38% d'une pulpe huileuse et 62% de noyau La pulpe de couleur jaunâtre et recouverte d'une fine coque violet-rouge et d'une poudre blanche. La pulpe du fruit pèse en moyenne 2g et contient 25% d'huile, soit 10% du fruit.

10. Etapes de transformation

Vin de bacaba : les fruits sont mis à tremper dans une eau chaude, pour être ramollis. Ils sont alors écrasés à la main ou avec un mixer.

Huile de bacaba : les fruits ramollis sont écrasés au pilon et transformés en pâte. Celle-ci est chauffée en présence d'eau avant de séparer l'huile par décantation.

11. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	21,33%	- Laurique (C12:0) = 0,63% - palmitique (C16:0) = 17,1% - stéarique (C18:0) = 3,60%
	Acides insaturés	77,02 %	- oléique (C18:1) = 62,42% - linoléique (C18:2) = 13,68% - linolénique (C18:3) = 0,92%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	Sans données		
Indice de saponification	198,7 mg KOH/g		
Indice d'iode	67,5 mg I_2/g		

12. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Pulpe	Nutritive, grasse et énergétique	Production de vin
Amande	Extraction d'une huile jaune claire à la saveur agréable, sans odeur	Elle peut être utilisée dans l'alimentation et remplacer l'huile d'olive (MIRANDA et al., 2001).
Fruit		Comestible après avoir été cuisiné ou transformé en vin fort. Il est également utilisé pour faire de la glace, des sorbets et de la bière.
Cœur de palmier		alimentation
Jeunes feuilles	Encore fermées	Fabrication de balais
Stipe	dur	Utilisé pour des étagères, poutrelles, planchettes et manches à outils.
Noyau		engrais, ration pour les porcs. Lorsqu'il est sec, confection de colliers.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : Sans utilisation.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'huile a une saveur agréable et peut remplacer l'huile d'olive dans l'alimentation. Elle est aussi utilisée pour fabriquer des savons.

16. Organisation du marché

A Rio Branco, dans l'Acre, l'huile est vendu 10 R$/l. Le vin de bacaba est consommé localement, même si son marché n'est pas très développé.

15. Cacao
(*Theobroma cacao L.*)

1. Description botanique

- **Famille** : Malvacées
- **Espèce** : *Theobroma cacao L.*
- **Nom populaire** : Cacao, cacaotier, arbre de la vie

2. Description morphologique

Le cacaotier (ou cacaoyer) est un petit arbre pérenne typique du climat tropical et natif des régions de forêts humides de l'Amérique. Son tronc entier (ou tige) présente une écorce noire chez la plante adulte. La hauteur de celui-ci varie de 1m à 1,50 m, de cette tige partent des branches qui forme sa couronne. Postérieurement, ces branches vont donner naissance à d'autres branches qui vont former la frondaison de l'arbre. Le cacaotier est cultivé et reproduit à partir de ses graines et peut atteindre de 5 à 15 m de hauteur. Il peut également être cloné (bouture ou greffage) et a alors une taille plus petite. Ses fleurs, petites, naissent sur le tronc, l'inflorescence dénommée coussins floraux peut produire des fruits pendant plusieurs années. Sur le pistil, l'ovaire peut présenter de 30 à 60 ovules. Le cacaotier produit des fruits indéhiscents, rugueux, pigmentés, de tailles et de formats variés. Les graines qui constituent le produit de cette culture (industrie du chocolat), varient également en tailles, en poids, de formes et de couleur selon les plantes. Le poids moyen des graines sèches est de 12 g. Elles sont composées de 30% de coque et de 70% d'amandes (fèves). Les fèves contiennent 27% d'huile blanche.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tropical chaud et humide.
- **Sol** : il doit être profond et bien drainé. Dans les régions du littoral, les sols les plus indiqués sont les latosols rouges foncés, podzoliques rouge-jaune, ainsi que les terrains alluvionnaires naturellement fertiles.
- **Température** : la température idéale varie entre 24 et 28°C. Les températures inférieures à 12°C empêchent ou réduisent la fructification.
- **Humidité** : Les zones de cultures sont généralement très humides (le cacaotier supporte des petites périodes sèches).
- **Précipitation** : idéale entre 1800 et 2500 mm/an.
- **Altitude** : généralement les plantations de cacaotiers se trouvent à basse altitude.

4. Localisation de la production

La production nationale de fèves de cacao est concentrée au sud de l'Etat de Bahia (83% de l'offre brésilienne) et plus particulièrement dans les communes d'Itabuna, Camacã et Ilheus. A un moindre niveau, il existe une production dans le Pará (9,9% de l'offre brésilienne) – commune de Medicilândia, Uruará, Altamira et Tomé-Açú) et à Rondônia (5,4% de la production du Brésil), concentrée sur les communes se trouvant le long de la BR-364 ou Transamazonienne.

5. Organisation de la production

La production de cacao est organisée par la Commission exécutive du plan pour la culture cacaotière – CEPLAC, organe du Ministère de l'agriculture, de la pêche et du ravitaillement. Cette commission développe ses activités dans six Etats du Brésil : Bahia, Espirito Santo, Pará, Amazonas, Rondônia et Mato Grosso. La mission de la CEPLAC est de développer la compétitivité et la durabilité de l'élevage, de l'industrie forestière et de la structure agro-industrielle des régions productrices de cacao, en partenariat avec leurs clientèles. Créée le 20 février 1957, époque à laquelle l'économie cacaotière traversait une grave

crise, elle a d'abord commencé par aider surtout la culture cacaotière. Depuis sa création, la CEPLAC accumule les succès, grâce à un modèle d'action intégrée, où un seul et même organe développe des activités de recherches, d'expansion rurale et d'enseignement agricole.

6. Cycle de culture

Le cacaotier peut vivre plus de 100 ans et commence à fructifier à l'âge de deux ans. L'arbre produit abondamment à partir de 8 ans, et jusqu'à l'âge de 30 ans produit de façon satisfaisante. Les régions dont les températures moyennes annuelles varient entre 24°C et 28°C sont celles qui présentent les meilleures conditions de culture. Des températures inférieures à 12°C empêchent ou réduisent la fructification. Dans les plantations, l'arbre est généralement taillé lorsqu'il dépasse 4 m de hauteur.

La productivité de cette culture dépend de facteurs génétiques, édaphiques, climatiques et de traitement. Dans les plantations, les cacaotiers sont temporairement plantés à l'ombre, généralement avec des bananiers. Dans le sud de Bahia, la plupart des plantations de cacaotiers se trouvent sous les arbres de la forêt atlantique. Ce type de culture est dénommée « cabruca ». Dans le cas des cacaotiers, le taux de couverture foliaire pour une bonne production est difficile à définir. Il est cependant possible d'affirmer qu'il existe deux types de tailles ; une taille de formation et une taille d'entretien.

Au Brésil, la récolte est faite deux fois par an : de novembre à février – grande récolte – et d'avril à août (petite récolte). Les niveaux de production, aussi bien au Brésil que dans d'autres pays producteurs de cacao, varient de 200 kg/ha à 2000 kg/ha.

7. Ravageurs et maladies

Les maladies et les ravageurs qui attaque la plante peuvent être communs ou spécifiques à chaque région productrice de cacao (fourmi, trips, coléoptère du cacao, punaises, chenilles et maladies fongicides). Toutefois, la maladie la plus importante à Bahia et en Amazonie brésilienne est la maladie du balai de la sorcière (*Moniliophthora perniciosa*). La pourriture brune des cabosses (*Phytophthora* spp.) attaque dans toutes les régions productrices de cacao dans le monde, mais est plus grave en Afrique. La Moniliose

(*Moniliphthora roreri*) qui affecte aussi les cabosses, ne touche pas le Brésil, mais les autres pays producteurs de l'Amérique du Sud et Centrale.

8. La récolte

La récolte est facilitée par la taille de l'arbre lorsqu'il dépasse 4 m. Le cacaotier peut vivre plus de 100 ans ; à l'âge de 3 ans, il fructifie ; il atteint sa maturité entre l'âge de 8 et de 30 ans. Les cabosses sont récoltées pendant pratiquement toute l'année. La récolte du cacao consiste à ramasser les cabosses mûres. Lors de la récolte, il faut également éliminer les fruits malades. Après la récolte, les fèves doivent être retirées des cabosses pour fermenter. C'est cette étape qui va contribuer au développement des caractéristiques de saveur et d'arôme du chocolat. Au Brésil, cette fermentation est généralement réalisée sur des auges de bois (fermentation), de 2 à 6 jours. L'étape suivante est celle du séchage, procédé qui élimine l'excès d'eau de la fève. Le pourcentage d'humidité doit être d'environ 8%. Le séchage peut être naturel, au soleil (au Brésil, « barcasse »), ou artificiel (avec plusieurs modèles de machines).

9. Description du produit récolté

Les cabosses ou les fruits mesurent jusqu'à 25 cm de longueur et deviennent, quand elles sont mûres, verdâtres, jaunâtres, voire violettes. Chaque cabosse contient une cinquantaine de fèves entourées d'une pulpe visqueuse et blanchâtre. A partir de la cinquième année, les récoltes sont faites deux fois par an : la grande récolte (novembre à février) et la petite récolte (avril à août). A partir de la septième année, le rendement est de 1200 à 1500 Kg/ha.

10. logistique

- Transport : Généralement des grossistes achètent la récolte pour des exportateurs.
- Stockage : Les fèves fermentées et sèches sont emballées et stockées dans un endroit propre à l'humidité réduite (sans rongeurs, insectes ou substances qui exhalent de fortes odeurs).

11. Etapes de transformation

La transformation du cacao et la production de chocolat sont deux étapes différentes. La transformation du cacao signifie que la fève est transformée en liqueur, en beurre, en tourteaux ou en poudre. La fabrication du chocolat comprend le mélange de la liqueur raffinée de cacao, du beurre, de la poudre à d'autres ingrédients comme du lait et du sucre.

Pour être transformés, les fèves doivent être bien propres. Elles peuvent être torréfiées avec ou sans leur coque. En général, les fabricants de chocolat préfèrent griller les fèves avec leur coque, les producteurs de cacao sans. Après la torréfaction, la coque est retirée et la liqueur de cacao est fabriquée. Elle est destinée à être transformée en beurre, en tourteaux et en chocolats fins. Elle passe par une presse hydraulique qui en extrait un pourcentage en beurre de cacao et transforme le reste en tourteaux de cacao.

Le tourteau deviendra de la poudre, principalement utilisée par la pâtisserie et la boulangerie. Le beurre de cacao est utilisé dans la fabrication du chocolat. Il est mélangé à de la liqueur de cacao et à du sucre. Ce mélange part ensuite vers des cuves pour le conchage et est chauffé à hautes températures. Ce procédé homogénéise les particules et peut prendre de quelques heures à trois jours. Le chocolat liquide ainsi obtenu sera utilisé par la pâtisserie, la confiserie, la boulangerie, voire l'industrie laitière qui le transformera en barre et le vendra dans les supermarchés.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	60,4%	- palmitique (C16:0) = 26,0% - stéarique (C18:0) = 34,4%
	Acides insaturés	38,3 %	- palmitoléique (C16:1) = 0,3% - oléique (C18:1) = 34,8% - linoléique (C18:2) = 3,0% - linolénique (C18:3) = 0,2%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	0,973 g/cm^3		
Pouvoir calorifique	3650 Kcal/kg		
Indice de saponification	189 - 196 mg KOH/g		
Indice d'iode	33 - 42 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Fève	Principale production commercialisée (après fermentation et séchage, pour la fabrication du chocolat)	Extraction du beurre, très utilisé dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique, du tourteau, de la poudre et de la liqueur, utilisées par les chocolatiers et confiseurs.
Pulpe	Riche en sucres	Fabrication de gelées, vin, liqueur, vinaigre et jus.
Coque des cabosses		Alimentation de bovins, de porcs, de volailles et de poissons , aussi bien in natura que sous forme de farine sèche ou d'ensilage. Bio-fertilisant servant à la fabrication de protéines microbiennes ou unicellulaire, à la production d'alcool et de pectine. Une tonne de cacao sec produit 8 tonnes de cabosses.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : la cabosse peut être utilisée pour la production de bio-gaz.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

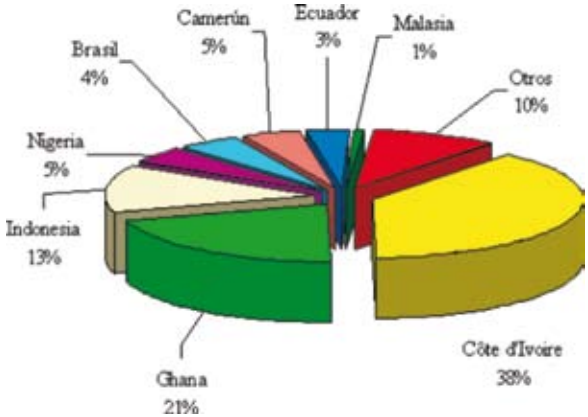
15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

La graisse du cacao est transformée en beurre. Celui-ci est très utilisé par l'industrie pharmaceutique et cosmétique. Le tourteau et la poudre sont utilisés par l'industrie chocolatière dans la fabrication de pâtisseries, confiseries et pâtes.

16. Organisation du marché

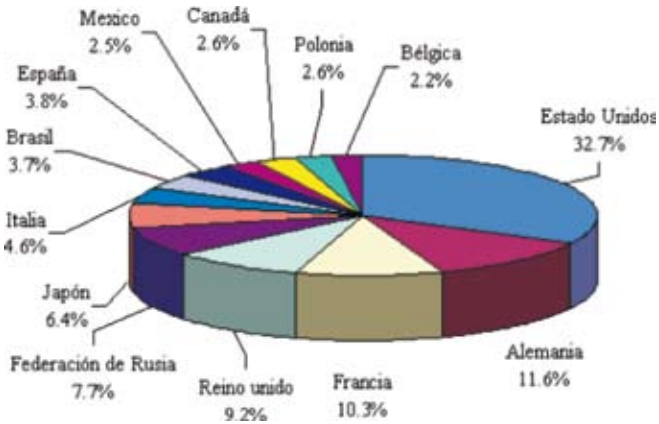
Les huit principaux producteurs mondiaux de cacao sont (en ordre décroissant) : la Côte d'Ivoire, le Ghana, l'Indonésie, le Nigeria, le Cameroun, le Brésil, l'Equateur et la Malaisie. Ces pays représentent 90% de la production mondiale. Les graphiques suivants montrent les principaux producteurs et consommateurs de cacao dans le monde.

Pourcentage de production du cacao par pays (prévision 2005/2006)



Source : UNCTAD – basée sur la statistique de l'Organisation Internationale du Cacao (ICCO), bulletin trimestriel des statistiques du cacao

Principaux pays consommateurs en 2004/05



Source : UNCTAD – basés sur la statistique de l'Organisation Internationale du Cacao (ICCO), bulletin trimestriel des statistiques du cacao

Le Brésil et la Malaisie ne sont pas de grands exportateurs de cacao à cause de la taille de leurs usines de transformation. Leur production reste presque entièrement dans le pays.

16 – Cupuaçu
(*Theobroma grandiflorum*)

1. Description botanique

- **Famille** : Sterculiacées
- **Espèce** : *Theobroma grandiflorum*
- **Nom populaire** : Cupuaçu, cacao blanc, etc

2. Description morphologique

Arbre natif de 20 à 40 m de hauteur et de 45 à 80 cm de diamètre. Bois marron-jaune, l'écorce externe est fibreuse, de couleur orangée se presentant sous forme de lambeaux. Les feuilles sont simples alternées et avec des stipules. Les fleurs bisexuelles sont généralement au nombre de trois à cinq. Le fruit en capsule elliptique ou oblongue.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : chaud et humide.
- **Sol** : il doit être profond et bien drainé. La plante s'adapte aux sols de plaines fluviales.
- **Température** : Moyenne annuelle entre 22 et 27°C.
- **Humidité** : Au-dessus de 75%.
- **Précipitations** : Au-dessus de 1500 mm et bien distribuées.

4. Localisation de la production

L'espèce se trouve concentrée dans la région amazonienne. L'Etat du Pará est le principal producteur, suivi de l'Amazonas, de Rondônia et l'Acre. L'aire dédiée à cette culture dans l'état du Pará represente 14 000 ha pour une production annuelle de 21 500 tonnes de pulpe en 2000.

5. Organisation de la production

La culture du cupuaçu peut être mécanisée mais généralement celle-ci est manuelle et est réalisée dans les zones déboisée appelée capoeira. Elle fait appel à une main-d'œuvre familiale ayant une capacité réduite d'investissement. Contrairement à la culture mécanisée, il n y a pas d'utilisation d'intrants et les plans ne sont pas irrigués. Dans le cas d'une culture mécanisée, des cultures intercalaires ou conjointes intensives peuvent être associées.

Les fruits sont transformés directement chez le producteur et le principal produit commercialisé est la pulpe qui sera congelée. Les graines produisent le cupulate (sorte de chocolat) et la graisse obtenue est utilisée par l'industrie cosmétique.

Il existe une association de producteurs, de vendeurs et d'industriels du cupuaçu (Club do Cupu), dont le siège se trouve à Manaus.

6. Cycle de culture

La Région Nord du Brésil est celle qui présente la production la plus importante de ce fruit. Dans la région du sud de Bahia, la floraison a lieu d'août à décembre et la fructification de janvier à juin, avec une production plus importante de mars à mai. Il peut également y avoir une production de fruits de juillet à septembre, selon les variations climatiques (Lopes, 1999). En Amazonie, la floraison a lieu de juillet à décembre (Prance et Silva,1975) ou de juin à mars (Falcão et Lleras,1983) et la fructification d'août à avril.

La récolte a lieu quatre à cinq mois après la floraison. La productivité maximale de la plante est atteinte au bout de la cinquième année après la mise en terre. Des premières fructifications jusqu'à la troisième année, la production est considérée comme faible, de 4 à 7 fruits par plante/an. Elle passe de 20 à 30 fruits par plante/an lors de la cinquième année. La productivité dépend de la culture, du climat, du sol et des pratiques. La

récolte commence 18 à 24 mois après la mise en terre. Il est recommandé de laisser mûrir le fruit sur la plante.

7. Ravageurs et maladies

- **Maladies** : balai de la sorcière (champignon *Moniliophthora perniciosa*), Antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*) et *Pellicularia Koleroga*.
- **Les ravageurs** : le coléoptère (*Costalimaita* sp.), le criquet, la fourmi sauva, le puceron, le foreur des troncs (*Conotraquelus* sp.), attaquent aussi cette plante.

8. La récolte

Le fruit est ramassé après être tombé au sol ou lorsqu'il dégage une odeur caractéristique de sa maturité Ribeiro et al. (2005). La récolte est journalière et la commercialisation ou le dépulpage doit être efectués très rapidement pour éviter l'oxydation du fruit. Lors du transport, il faut éviter les chocs afin de protéger le duvet périphérique qui conserve le fruit et retarde sa déshydratation. La commercialisation du fruit « in natura » doit se faire dans les cinq jours après la récolte. La pulpe congelée est commercialisable jusqu'à 12 mois après son conditionnement.

9. Description du produit récolté

Le fruit ellipsoïdal mesure 20 cm de longueur et 10 à 13 cm de diamètre. Il est constitué d'une coque rigide de couleur marron-rouge, mesurant 3 à 4 cm d'épaisseur et recouverte d'un duvet protecteur. A l'intérieur, les graines sont complètement recouvertes d'une masse molle, adhérente, blanche, très aromatique, un peu acide, semblable à celle du cacao. L'amande renferme 60% d'huile. Le poids moyen de l'amande est de 1,5g. Elle est composée de 25% de coque et de 75% de chair (Pesce, 1941).

10. logistique

- **Transport** : il est fait du lieu de la récolte aux usines de transformation immédiatement après le ramassage.

- **Stockage** : la pulpe doit être congelée est conservée entre -12 et - 18°C.

11. Etapes de transformation

Après la récolte, les fruits sont envoyés vers les entreprises de transformation. Ils sont dépulper manuellement ou mécaniquement. La pulpe congelée se conserve pendant 12 mois sans présenter d'altérations de sa composition chimique, ou de pertes substantielles de ses propriétés sensorielles (Ribeiro, 1996).

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	51,3%	- palmitique (C16:0) = 6,7% - stéarique (C18:0) = 35,5% - arachidique (C20:0) = 9,1%
	Acides insaturés	48,3 %	- oléique (C18:1) = 45,0% - linoléique (C18:2) = 3,3%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	0,9074 g/cm^3		
Indice de saponification	187,5 mg KOH/g		
Indice d'iode	43,4 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Graine		Elaboration du cupulate (produit dont les caractéristiques ressemblent à celles du chocolat) et de graisse pour l'industrie cosmétique.
Pulpe	Principal produit	Utilisée in natura et surtout pour des jus, des glaces, des yaourts, des nectars, dans la pâtisserie, la confiserie et autres préparations.
Feuilles		Utilisées comme calmants. Le jus des feuilles est utilisé dans des traitements de bronchites et de problèmes rénaux. Une tisane faite à base d'écorce traite les diarrhées.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : La coque du cupuaçu peut être utilisée pour produire de l'énergie. Un projet qui utilise la coque comme biomasse pour produire de l'énergie est en phase de test dans une communauté de l'Etat d'Amazonas. Lorsqu'elle est soumise à un procédé de brûlage incomplet, elle produit du gaz au lieu de produire de la fumée. Ce gaz, mélangé dans des moteurs diesel réduit la consommation de gazole jusqu'à 80%. L'énergie produite est utilisée pour alimenter l'industrie agroalimentaire qui transforme le fruit, qui auparavant était vendu in natura.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Savonnettes en barres et liquides, crèmes et lotions, produits de traitement pour les cheveux, base dans des pommades pharmaceutiques, protecteur solaire, crème de massages, rouge à lèvres et maquillages.

16. Organisation du marché

Au même titre que la majorité des produits agricoles, la commercialisation du cupuaçu est réalisée directement par le producteur, par un grossiste ou par des centrales régionales. Les prix de ce produit sont très variables (Coral, 2000). Elle a généralement lieu dans les marchés locaux. Les fruits sont vendus entre 1,50 et 2,00 R$ l'unité. La pulpe congelée, principale forme de commercialisation du fruit, a un prix qui varie de 3,00 à 3,50 R$/l. Quelques entreprises exportent le cupuaçu vers le Sud-est du Brésil, l'Europe et les Etats-Unis.

17. Noix du Brésil
(*Bertholletia excelsa*)

1. Description botanique

- **Famille** : Lecythidacées
- **Espèce** : *Bertholletia excelsa*
- **Nom populaire** : Noix du Brésil, noix de l'Amazonie, Noix Du Pará

2. Description morphologique

La noix du Brésil est un grand arbre, à la frondaison émergente, qui atteint fréquemment 50 à 60 m. Son tronc droit et cylindrique est sans branche jusqu'à la frondaison. Il mesure jusqu'à 2,5 m de diamètre et est recouvert d'une écorce rugueuse marron-gris, présentant des fissures longitudinales bien visibles. La frondaison, qui peut atteindre de 20 à 30 m de diamètre, est composée de branches bien séparées qui émergent de la forêt. Ces feuilles sont simples et oblongues, alternées, coriaces, décidues. Elles sont arrondies à la base et pointues au sommet, les bordures sont totalement ou partiellement crénelées. Les pétioles mesurent entre 20 et 35 cm de long.

La fleur de couleur blanche-jaune est zigomorphe, possède six pétales et est structurée en épi isolé. Inflorescence terminale ou sur les axiles des feuilles supérieures, avec des épis arrangés en panicules.

Le fruit de couleur marron est ligneux, de structure sèche, , indéhiscent. Qualifié « d'oursin » , il renferme de 10 à 25 graines (amandes). La graine de couleur marron mesure 4 cm.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Grande tolérance climatique.
- **Sol** : La plante préfère les terres hautes, argileuses ou argilo-siliceuses. Les sols de culture doivent être profonds, bien drainés, de texture moyenne, avec une topographie légèrement ondulée et non-inondable. L'analyse chimique des sols de plantation de noix du Pará à Porto Velho a donné le résultat suivant : sol argileux jaune-rouge, dystrophique, texture argileuse. A Rondônia, la noix du Brésil présente un bon développement en hauteur et en diamètre quand les sols ont un pH acide, des valeurs de saturation de bases faibles, un sol dystrophique avec une faible capacité d'échange de cations et une forte saturation en aluminium (Locatelli et al., 2003).
- **Température** : Moyenne annuelle idéale entre 24,3 et 27,2°C.
- **Humidité** : la moyenne annuelle d'humidité relative de l'air doit rester entre 79% et 86%, avec des variations saisonnières entre 66% et 91%, sans vents froids.
- **Précipitation** : entre 1400 et 2800 mm.

4. Localisation de la production

Au Brésil, cette culture se rencontre essentiellement dans les états du Maranhão, Mato Grosso, Pará, Acre, Rondônia, Amapa, Roraima et Amazonas. L'espèce se trouve également au Venezuela, Colombie, Pérou, Bolivie et Guyanes.

5. Organisation de la production

Après la décadence du caoutchouc, la noix du Brésil est devenue la principale culture extractive d'exportation de la Région Nord du Brésil.

L'exploitation d'arbres natifs de cette espèce est légalement protégés (Décret 1282 du 19 octobre 1994) et ses fruits ont une très grande valeur en tant que produits de culture extractive forestière, ce qui n'empêche pas sa plantation dans un but de reforestation, aussi bien à des fins agricoles que dans le cadre de systèmes de cultures conjointes. L'avancée des fronts pionniers en Amazonie réduit progressivement la culture extractive de la noix et augmente les distances entre les zones de production et de comercialisation.

La noix ne pourra occuper une place de choix dans le système des exportations et sur le marché intérieur que si une politique d'aide à la culture extractive est mise en place. Une des voies avancées est la participation communautaire dans la gestion des forêts. Des recherches d'amélioration génétique et de germination sont en cours. Elles cherchent à obtenir des variétés plus précoces, ainsi qu'à améliorer les techniques de culture de cette espèce, tout en modernisant les procédés d'industrialisation de production et de stockage.

En 2004, deux usines de transformation de la noix ont été mises en place par le gouvernement de l'Etat de l'Acre. Des coopératives pratiquant cette culture extractive existent dans cet état mais aussi dans les états du Pará et Rondônia avec pour objectif principal une rationalisation de la chaîne de production.

6. Cycle de culture

La floraison a lieu généralement entre les mois d'octobre et décembre. Les fruits mûrissent entre décembre et février. Dans l'état du Pará, la floraison a lieu entre septembre et février, les fruits commencent à tomber entre janvier et avril.

7. Ravageurs et maladies

Le ravageur le plus commun est la fourmi saúva. Aucune maladie importante n'a été identifiée jusqu'à ce jour.

8. La récolte

La récolte manuelle est effectuée annuellement par toute la famille après que les fruits soient tombés au sol pendant la saison des pluies. Ce ramassage doit être rapide pour éviter l'attaque de rongeurs, de champignons et d'insectes. La récolte doit être réalisée avec beaucoup de précautions car les fruits sont lourds et tombent d'une hauteur de 40 à 50 m, pouvant causer de sérieuses blessures. Généralement les producteurs gèrent également la transformation et la vente de la noix.

9. Description du produit récolté

En moyenne, la production est de 470 noix par an et par pied. Le fruit de couleur marron est de type ligneux, a structure sèche et indéhiscent. Il forme une bogue qui est surnomée « oursin ». Il renferme 10 à 25 amandes. Une noix pèse en moyenne 5 à 20 g avec une humidité moyenne de 28%. Elle est composée de 50% de coque ligneuse et de 50% d'amande. Cette dernière contient près de 70 à 72% d'huile et riche en substances albuminoïdes, protéine et caséine (25,50%) (Pesce, 1941). Son huile est jaune claire et contient un fort pourcentage d'acides gras et de vitamines.

10. logistique

- **Transport** : Sans données. De la foret au fleuve, les noix sont transportées dans de gros sac à dos d'homme. Ensuite les sacs sont acheminés par barque jusqu'à un campement ou ils seront ensuite transportés par camions vers les zones de consommation

- **Stockage** : Les amandes peuvent être stockées 8 mois sans altérations majeures. dans un environnement où l'humidité relative de l'air n'excède pas 70%. La noix entière, partiellement déshydratées, avec 6,8% d'humidité, peut être stockée 6 mois dans des environnements dont l'humidité relative de l'air peut atteindre 80% (Yokoya *et al*.,1971).

11. Etapes de transformation

Afin que le tégument soit retiré plus facilement, les graines sont mises à tremper pendant 48 heures. Ensuite, elles sont envoyées dans une presse qui casse le tégument. La coque délicatement retirée à l'aide d'un casse-noix dont la pointe ressemble à un bec de perroquet en évitant d'atteindre l'amande. Une fois la coque enlevée, il faut faire attention de ne pas abîmer l'amande, pour éviter que le plant ait des problèmes.

Les amandes oléagineuses sont très sensibles aux champignons, il faut donc contrôler l'humidité des serres et les traiter avec des fongicides. Il est recommandé de traiter la graine avec une solution fongicide à base de propiconazole à 0,2% (2g du produit par litre d'eau), durant 90 mn et un brassage toutes les 10 mn. Les graines sont ensuite séchées à l'ombre pendant deux heures, de préférence sur du papier absorbant (journal). Elles sont alors triées, celles qui présentent des fissures sont écartées.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	24,15%	- myristique (C14:0) = 0,05% - palmitique (C16:0) = 13,85% - stéarique (C18:0) = 10,25%
	Acides insaturés	75,85 %	- oléique (C18:1) = 30,50% - linoléique (C18:2) = 44,90% - palmitoléique (16:1) = 0,45
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	0,9120 g/cm^3		
Pouvoir calorifique	9000 Kcal/Kg		
Indice de saponification	192,5 mg KOH/g		
Indice d'iode	95,2 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Bois		Bâtiment et construction navale, étançon et échafaudages, reforestation.
Noix	Principal produit	Alimentation (in natura ou bonbons, glaces, confiserie, farine ou concentré pour condimenter la nourriture)
Coque ou « Bogue »		Artisanat, jouets, médicaments, charbon, petits pilons, récipients à gomme.
Ecorce		Médicaments (tisanes) pour les diarrhées.
Tourteau		Résidu de la fabrication d'huile utilisé dans des mélanges de farines ou de rations.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : pas d'utilisation à ce jour.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Le commerce de cette huile est recente. Elle est destinée à des usines d'alimentation et de cosmétiques.

16. Organisation du marché

La production est essentiellement exportée vers les Etats-Unis et l'Angleterre et represente un chiffre d'affaire de 28 à 65 millions de dollars/an. En 2004, à Brasiléia, le seau de noix coûtait 9,50R$. à Rio Branco, le paquet de 250 g de noix coûtait 4,50 R$ en supermarché. A Belém, le litre

de noix est vendu 1 R$. L'huile utilisée comme cosmétique atteint le prix de 40R$/l. La noix décoquée coûte en moyenne 5,27 US$/kg et la noix entière 0,96 US$/kg (Ministère du développement, de l'industrie et du commerce extérieur – MDIC, 2003).

18. Andiroba
(*Carapa guianensis*)

1. Description botanique

- **Famille** : Méliacées
- **Espèce** : *Carapa guianensis*
- **Nom populaire** : Andiroba, purge de Saint Ignace, tibiru, Cèdre-mâle, mandiroba, jandiroba, gendiroba, penaiba, aboridan Andirova, yandiroba, carapá

2. Description morphologique

Arbre pouvant atteindre 30 m de hauteur, au tronc cylindrique, droit, avec des divisions tubulaires à sa base. Sa frondaison est dense avec de nombreuses branches portant de longues feuilles; elles sont composées d. Celles-ci possèdent de longs pétioles et mesurent de 30 à 60 cm de long et 50cm de large. Les folioles opposées sont vert-foncé, de forme ovale-oblongue, à la pointe courte, à surface plate et aux bordures complètes. L'inflorescence est une panicule axillaire de 30 cm. Les fleurs sont subsessiles, glabres, sous-globuleuses de couleur crème.

Le fruit est une capsule globuleuse, déhiscente, possédant 4 valves qui se séparent lorsqu'il tombe. Le fruit est composé de 4 à 12 graines de couleur rouge à partir desquelles une huile « huile d'andiroba » amère et épaisse, de couleur jaune-foncé sera produite. Les graines pèsent de 20 à 25g chacune. La coque du fruit est grosse, amère et se détache facilement en grandes plaques. La germination est de type hypogée et cryptogame.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tropical.
- **Sol** : la plante pousse sur les terres alluvionnaires, les débuts de pentes et les petites dépressions dont le drainage est lent. Elle croît en sols profonds, à la texture franche et argileuse. Les sols sableux sont à éviter. Elle se trouve également dans des sols de terre ferme.
- **Température** : entre 17,5 et 22°C .
- **Humidité** : forte hygrométrie comprise entre 80 et 90%
- **Précipitation** : entre 1200 mm et 2400.
- **Altitude** : 20 m à 1100 m.

4. Localisation de la production

La production est localisée dans toute l'Amazonie, les forêts de plaines fluviales ou les régions inondées. Elles forment parfois des futaies. On trouve cette espèce également dans les Antilles, au Nicaragua, au Pérou, au Surinam, au Venezuela, en Colombie, dans les Guyanes et en Afrique tropicale.

5. Organisation de la production

Il n'y a pas de marché organisé. L'huile d'andiroba est artisanale et est vendue sur les marchés locaux en petits flacons.

6. Cycle de culture

La floraison et la fructification commence après trois ans depuis la plantation. En Amazonie, la floraison a lieu d'août à octobre et la fructification de janvier à mai.

7. Ravageurs et maladies

Ce bois a une saveur amère, il n'est donc attaqué ni par les tarets ni par les termites. Dans les plantations en terre, les plants sont attaqués par le foreur *Hipsiphylla grandella.*

8. La récolte

La récolte est manuelle. Les graines sont ramassées après être tombées de l'arbre. Elles pourrissent rapidement, elles sont très vulnérables à l'attaque des rongeurs et des insectes.

9. Description du produit récolté

Le fruit est une bogue ronde, formée de quatre valves, de 3-4 mm d'épaisseurs, coriacées, dures, de couleur marron. Lorsque le fruit est mûr, il libère de 7 à 9 graines. Celles-ci sont grosses, polygonales, aplaties sur leur partie intérieure et convexes sur leur partie extérieure. Les graines contiennent 43% d'huile ; l'amande sans coque 56% (Pesce, 1941).

Le poids moyen d'une graine sèche est de 25 g. Elle est composée de 25% de coque et de 75% de pâte huileuse.

L'huile contenue dans l'amande est un liquide transparent jaune-clair et extrêmement amer. Elle se solidifie à une température inférieure à 25°C en une graisse blanche. L'huile a un point de fusion qui commence à partir de 22°C et prend fin à 28°C. Elle contient des substances comme de l'oléine, de la palmitine et de la glycérine. Ses propriétés sont antiseptiques, anti-inflammatoires, cicatrisantes et insecticides.

10. logistique

- **Transport** : Dans des sacs à dos d'homme depuis la forêt, puis par barque et camions jusqu' aux zones de consommation.
- **Stockage** : Petits flacons en verre ou en plastique.

11. Etapes de transformation

L'huile est produite de deux façons différentes :

- la méthode artisanale est utilisée par les peuplements indigènes. Il consiste à cuire les graines dans de l'eau durant 2 ou 3 heures et à les laisser reposer à l'ombre pendant deux ou trois semaines. Avant de fabriquer l'huile, les graines sont décoquées et écrasées. La pâte ainsi obtenue est alors mise sur un plan incliné afin que

l'huile décante lentement. Le rendement de cette méthode est de 4%, c'est-à-dire de 40g d'huile par kg.

- la méthode industrielle consiste à casser les graines en petits morceaux et à les mettre dans un four à 60-70°C. Ensuite, ces morceaux sont pressés. Le rendement industriel est deux fois supérieur à celui de la méthode artisanale, soit 8% (80g d'huile/ kg).

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	33,6%	- palmitique (C16:0) = 26,0% - stéarique (C18:0) = 7,6%
	Acides insaturés	63,8 %	- oléique (C18:1) = 56,1% - linoléique (C18:2) = 7,3% - palmitoléique (16:1) = 0,4%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	0,93 g/cm^3		
Pouvoir calorifique	9065 Kcal/Kg		
Indice de saponification	195 - 205 mg KOH/g		
Indice d'iode	58 - 76 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Coque		Tisane pour les affections cutanés, huile contre les insectes et comme cicatrisant pour des plaies
Bois	Saveur amère	Construction (poutres, planchettes, plinthes, garnitures, moulures) meubles contreplaqués, caisses d'emballage, finition interne de bateaux et navires.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : l'huile est utilisée comme combustible pour l'éclairage dans les lampes à huile.

- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'huile d'andiroba est utilisée comme crème émolliente et hydratante, huile de shampooings, lotions, gels etc. Elle est aussi utilisée dans la phytothérapie comme anti-inflammatoire, anti-bactérien, anti-tumoral, analgésique, balsamique, fongicide. Elle est indiquée pour combattre l'arthrite, les distensions musculaires, l'altération superficielle des tissus, la cicatrisation, antiseptique et antiparasitaire. Elle est aussi utilisée comme protection contre les insectes, surtout les attaques d'acariens microscopiques sur les personnes qui circulent en forêt.

16. Organisation du marché

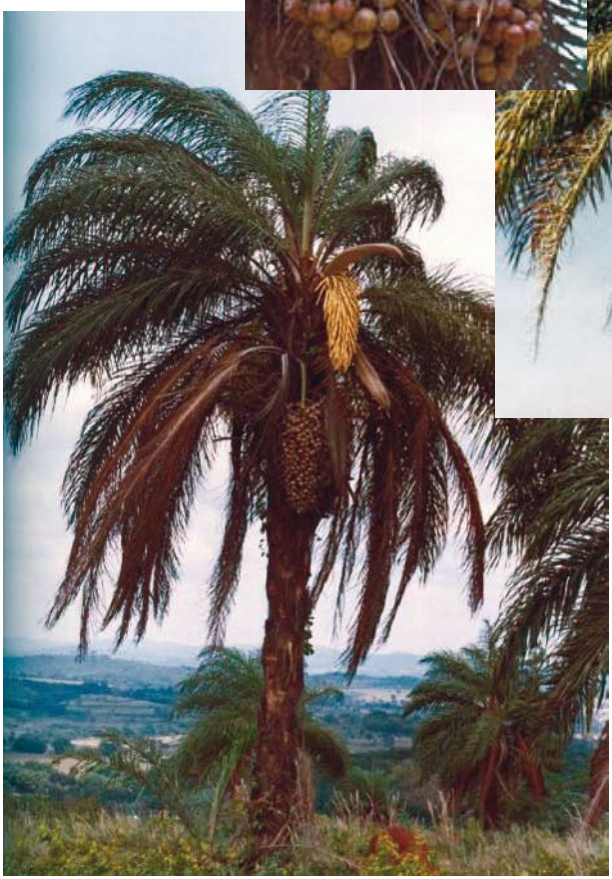
Cette huile est l'un des produits médicinaux les plus vendus en Amazonie. De la production à la vente, ce produit réalise une plus-value de 100% (Enríquez et al.,2003). Le prix moyen de vente chez les grossistes d'Amazonie étant de 8,00R$ le litre d'huile.

Le tableau suivant donne les prix des principaux dérivés (co-produits) de l'Andiroba dans l'Etat du Pará.

Prix des co-produits de l'Andiroba à Belém, Pará en 2001.

Produit	Unité	Prix moyen de revente		
		Producteur (R$)	Grossiste (R$)	Consommateur (R$)
Bois d'Andiroba	Un.	10,00		
graines	kg	0,15 a 0,25		
Huile	l	3,50 a 4,00	5,00	7,00 a 8,00
Huile industrielle	l	-	-	71,00
Huile en poudre	kg	-	-	470,00
Bio-diesel	l	-	-	

Source : Enríquez et al. 2003 (adaptées).



19. Macauba
(*Acronomia Aculeata*)

1. Description botanique

- **Famille** : Palme Arécacées
- **Espèce** : Acrocomia sp.
- **Nom populaire** : macajuba; coco-de-espinho mucajá, mocujá, mocajá, macaúba, macaíba, macaiúva, bacaiúva, bocaiúva, umbocaiúva, imbocaiá, mbocaiúva ou mbocaíba

2. Description morphologique

Ce palmier présente un stipe droit et cylindrique de 30 à 40 cm de diamètre, pouvant atteindre 15 m de hauteur. Il est doté sur presque toute la longueur du tronc de cicatrices foliaires annulaires distantes de 10 cm. La couronne est constituéede 20 à 30 feuilles de forme allongée, de 3-5 m de longueur, pétiole et rachis sont couverts de grosses épines noires très pointues, de 10 cm de longueur.

La frondaison est peu épaisse et ouverte avec des feuilles inférieures arquées ; inflorescence en épi, de 50-80 cm de longueur, pendante, protégée par des spathes aux aculés marron ; folioles au nombre de 70 à 80, longues et pointues, souples et vertes sur leur partie supérieure ; fleurs monoïques jaune-clair.

Fruits et drupes globuleux, sphériques ou légèrement aplatis, de 3,5 à 5,0 cm de diamètre ; coque ou épicarpe vert-jaune, dure mais cassante ; pulpe ou mésocarpe jaune ou blanchâtre, comestible, fibreux

et mucilagineux, saveur acidulée, riche en glycérine ; endocarpe adhérant fortement à la pulpe fibreuse, paroi osseuse grisâtre ; albumen ou amande oléagineuse comestible.

L'arbre est robuste ; il présente un développement radiculaire considérable, résistant aux sécheresses et aux incendies.

Des épines circulaires peuvent couvrir toute la longueur du tronc de la base à la couronne du palmier.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : Des climats les plus humides aux régions semi-arides.
- **Sol** : Cambisol, latosol rouge foncé et rouge-jaune. La plante se développe bien dans différents types de sols, mais elle préfère des sols neutres et très fertiles. Elle est d'ailleurs utilisée comme indicateur de fertilité des sols dans certaines régions de l'Etat de Minas Gerais. De grandes populations natives sont trouvées dans les vallées et les pentes où affleurent les roches calcaires.
- **Température** : Entre 15 et 35°C, plus fréquente dans les régions où la température moyenne est plus élevée. Toutefois, elle tolère bien les températures basses, voire les gelés sporadiques.
- **Humidité** : Résiste bien à la sécheresse et aux inondations. Néanmoins, elle se développe mieux dans les terres bien drainées et assez humides.
- **Précipitation** : la plante supporte de 300 mm à 2000 mm de pluies. Cependant, les populations natives se trouvent dans des régions où les précipitations typiques sont celles du cerrado, soit de 1200 à 1400 mm sur une durée de 4 ou 5 mois et une sécheresse bien définie.
- **Altitude** : Du niveau de la mer jusqu'à 1000 m.

4. Localisation de la production

Ce palmier a une distribution géographique trés etendue. Il s'étend dans les régions Centre-Ouest, Nordeste et Nord Brésil. Il atteint même

l'Amérique Centrale. Les peuplements les plus denses sont dans les états du Minas Gerais, Goiás et au Mato Grosso.

5. Organisation de la production

- **Actuelle** : la production commerciale n'est pas encore très significative. Elle est basée sur une culture extractive.
- **Potentielle** : grande adaptation aux conditions climatiques du Cerrado brésilien. Ce palmier pourrait devenir hautement rentable pour les populations de cette région.

6. Cycle de culture

Ce palmier a un faible taux de germination naturelle, la production de plants est donc difficile. Il existe quelques techniques de propagation d'embryons in vitro, mais à des coûts encore très élevés. Actuellement, les plantations sont faites à partir de prélèvement de plants natifs qui sont trouvés sous les arbres les plus productifs. Le palmier croit de presque un mètre par an jusqu'à atteindre sa taille adulte. La fructification a lieu même avant que la plante atteigne son plein développement, en général vers six ans. Selon les conditions de sol et de climat, il est possible d'obtenir une pleine fructification dès l'âge de quatre ans. Les fleurs sont regroupées en grappes qui font jusqu'à 80 cm de longueur, elles se développent d'octobre à janvier. Le fruit, lorsqu'il est mûr prend une coloration marron-jaune. La récolte du fruit n'a lieu que pendant 5 mois de l'année, de décembre à avril. De façon générale, un même palmier a une production décroissante tous les trois ans, il est probable qu'une année de grande production fatigue le palmier qui a besoin d'un certain temps pour retirer du sol les éléments essentiels à une nouvelle fructification abondante.

7. Ravageurs et maladies

Il n'existe pas d'études à ce jour.

8. La récolte

La récolte est faite lorsque les fruits sont pleinement mûrs, c'est-à-dire quand ils tombent de la grappe. Il faut alors récolter toute la grappe, car les fruits se détériorent rapidement quand ils sont au sol. Il est recommandé de traiter les fruits au maximum jusqu'à 48 heures après la récolte, afin de ne pas risquer d'altérer les qualités de l'huile et de la pulpe. La récolte est manuelle. Elle est effectuée par les femmes et les enfants. Ils collectent les noix puis les transporte dans des hottes jusqu'à des tombereaux ou des charrettes, puis jusqu'aux fabriques de savons, où ils sont vendus et transformés.

9. Description du produit récolté

La noix du macauba est sphérique, légèrement aplatie, dont le diamètre peut varier de 3,0 à 4,5 cm pour les fruits vert-jaune et de 5,0 à 6,0 cm pour les fruits marrons. Le fruit est constitué d'une coque externe, dure et cassante, contenant environ 10% d'huile, dont la couleur verdâtre provient des xanthophylles.

La pulpe, huileuse et fibreuse, est de couleur jaune-orangée, dûe à la présence de carotène dans les fruits les plus communs, et jaune-blanc dans les noix marron plus grosses.

L'endocarpe, noir et dur entoure une ou deux amandes oléagineuses.

Lors du mûrissement, alors que le fruit est encore attaché à la grappe, la pulpe adhère fortement à la coque externe et à l'endocarpe. Après la chute de la noix, un espace se développe entre la pulpe et la coque externe, conséquence de la réduction graduelle de l'humidité du fruit, ce qui permet une élimination plus facile de la coque. L'huile extraite des amandes exhale un arôme caractéristique, de couleur blanche, incolore à légèrement jaune. L'huile se solidifie pour des températures inférieures à 20°C.

10. logistique

- **Transport** : les noix sont transportés dans des hottes jusqu'à des tombereaux ou des charrettes, puis jusqu'aux fabriques. Le

transport doit être fait rapidement et avec précaution pour éviter la rupture des coques, qui accélère la fermentation et la libération d'acides gras libres..

- **Stockage** : après la récolte, les fruits sont stockés de 10 à 20 jours. La pulpe exposée à l'humidité ambiante est soumise à l'attaque de bactéries et de champignons qui hydrolysent les glycérides et les transforment en acides gras. La noix peut éventuellement être utilisée à des finalités plus nobles, comme la production d'huiles comestibles ou de combustibles de type diesel par transtérification.

  Contrairement à ce qui est observé avec la pulpe, les amandes de ce palmier peuvent être stockées sur de longues périodes sans risques de détérioration, si elles sont conditionnées dans un environnement sec.

11. Etapes de transformation

Méthode artisanale :

Pour la production de savon. Après la récolte des fruits, ceux-ci sont mis en tas et recouverts d'herbe ou de paille pendant 10 ou 20 jours, temps nécessaire à la fermentation de la pulpe. Ensuite, les noix sont cassées dans des pilons ou des broyeurs, pour finalement passer dans des pressoirs à traction animale. L'apport d'eau chaude facilite l'extrusion de l'huile.

Après décantation, l'huile obtenue, avec un rendement inférieur à 10% du poids du fruit frais initial, présente une acidité supérieure à 40%.

A cause de la structure et de la composition du fruit, la transformation de la noix présente certaines difficultés, qui n'existent généralement pas chez les autres espèces oléagineuses. Le transport des noix aux fabriques doit être rapide et fait avec soin, pour éviter la rupture des coques, qui accélère la fermentation et la libération d'acides gras libres.

Méthode industrielle :

La transformation industrielle commence après réception de la matière première oléagineuse. Elle est pesée à l'arrivée et envoyée au dépôt qui contrôle les flux destinés à la transformation. Ensuite, les noix sont

nettoyées afin d'en retirer toutes les impuretés comme la terre ou d'autres éléments indésirables. Cette opération est faite à l'aide de filtres vibrateurs ou à air comprimée.

Les fruits sont stérilisés à la vapeur ce qui limitent les risques de fermentation, qui augmenterait l'acidité de l'huile. Dans ces conditions, l'humidité de la noix est sensiblement réduite. Les albumines et les mucilages éventuellement présents dans la pulpe du fruit peuvent également coaguler, ce qui facilite l'extraction postérieure de l'huile.

Après la stérilisation, les fruits sont décoqués et dépulpés. Les noyaux qui contiennent l'amande sont alors transformés en farine. Celle-ci passe dans une presse hydraulique ou une presse à vis. Toutefois, l'huile doit être centrifugée pour éliminer les impuretés ou mucilages éventuellement présents.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	71,2%	- caprylique (C8:0)= 6,2% - caprique (C10:0)= 5,3% - laurique (C12:0)= 43,6% - myristique (C14:0) = 8,5% - palmitique (C16:0) = 5,3% - stéarique (C18:0) = 2,4%
	Acides insaturés	28,8 %	- oléique (C18:1) = 25,5% - linoléique (C18:2) = 3,3%
Viscosité cinématique	42,5 cst		
Masse spécifique	0,9208 g/cm^3		
Pouvoir calorifique	9090 Kcal/Kg		
Indice de saponification	194 mg KOH/g – huile de la coque 192 mg KOH/g – huile de la pulpe 221 mg KOH/g – huile de l'amande		
Indice d'iode	78 mg I_2/g – huile de la coque 84 mg I_2/g – huile de la pulpe 20 mg I_2/g – huile de l'amande		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Feuilles		Fourrage pour les animaux et fibres textiles utilisées pour faire des filets et des lignes de pêches.
Pétiole des feuilles		Paniers, hottes et chapeaux.
Epines	Dures et résistantes	Aiguilles de dentellières.
Pulpe	Sucrée et légèrement aromatique	Alimentation, ration animale, huile à savon.
Amandes	Huile fine, semblable à l'huile d'olive.	Alimentation, huile à savon.
Cœur de palmier		Alimentation (cœur de palmier, fécules nutritives et vin)
Farine d'amande	Co-produit de l'huile	Haute valeur nutritive, rations animales
coque	Epaisse et dure	Revêtement externe pour des décorations et des bijoux artisanaux, L'endocarpe dur est utilisé pour produire de l'énergie dans des fours (domestiques ou industriels) et/ou du charbon.
Stipe		Ornemental, poutres, planchettes et piliers dans le bâtiment.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

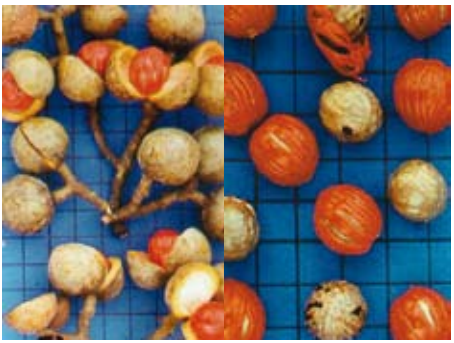
- Actuellement : l'huile est utilisée comme combustible dans des lanternes.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'huile issue de la pulpe est utilisée dans la fabrication de savon, mais elle peut également être utilisée dans des secteurs plus spécifiquement industriels : filage, sidérurgie ou procédés de laminage à froid, sous la forme d'émulsion aqueuse. De part son caractère acide, l'huile peut être associée à des procédés de flottaison dans la séparation de différents minerais.

En ce qui concerne l'huile de l'amande, sa richesse en acide laurique est une des garanties de sa valeur économique sur le marché des huiles saturées, avec celles du babaçu, du palmier à huile , dont l'offre est essentiellement destinée à la fabrication de margarine et de savons.

20. Ucuuba
(*Virola surinamensis*)



1. Description botanique

- **Famille** : Myristicacées
- **Espèce** : *Virola surinamensis*
- **Nom populaire** : Ucuuba-cheirosa, ucuuba-amarela, ucuuba-verdadeira, cumala-blanca-hojaparda, caupuri, camala-colorada, moussigot, ucuúba, ucuúba-branca, ucuúba-de-igapó, ucuúba-da-várzea, bicuíba, bicuíba-branca, arbre à suif, virola, noix-muscade (PA), etc

2. Description morphologique

Cet arbre au port moyen est composé d'un tronc unique et d'une frondaison cunéiforme. Il peut mesurer jusqu'à 40m de hauteur. Le tronc présente des ramifications régulières, verticillées, presque horizontales ; son écorce est épaisse, blanchâtre et marron sur sa partie intérieure. Les branches présentent des feuilles alternées, vertes, glabres, avec une base obtuse et un sommet pointu. L'inflorescence est en forme de panicules axillaires ou sous axillaires, avec des pédicules opposés latéralement ; fascicules de 8 à 15 fleurs aux extrémités des branches ; fleurs féminines rares, à l'ovaire ovoïde et style court ; le stigma est émarginé, bifide et dressé.

Le fruit est en forme d'ellipse, de 14 à 16 mm de longueur, court, stipité. La fructification a lieu de février à juillet.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tropical humide.
- **Sol** : plaine fluviale et forêts marécageuses, berges du fleuve.
- **Température** : L'optimum des températures ocsille entre 24 et 28°C. La moyenne mensuelle des minima ne doit pas être inférieure à 18°C.
- **Humidité** : varie de 80 a 90%.
- **Précipitation** : comprise entre 1800 et 2800 mm/an.
- **Altitude** : variable

4. Localisation de la production

Au Brésil, cette espèce se concentre dans le bassin amazonien, dans les états d'Amazonas, du Pará et une partie du Maranhão. On la rencontre en moins forte densité dans le Ceara et Goiás. Cette espèce se rencontre également dans les Guyanes, au Venezuela et aux Antilles.

5. Organisation de la production

Il n' y a aucun marché officiellement organisé.

6. Cycle de culture

Sa phénologie reproductive est annuelle et commence à l'âge de six ans. En Amazonie centrale, la floraison a lieu d'octobre à novembre et la fructification de février à mai. A Curá-Una/PA, l'arbre fleurit entre février et avril, fructifie entre juin et août, et perd partiellement ses feuilles entre mars et avril. Ses graines sont disséminées par les oiseaux et les singes, voire par les eaux de fleuves. La dispersion coïncide avec la période des pluies et l'élévation des eaux en Amazonie. Ses graines sont récalcitrantes et perdent toute viabilité après déshydratation.

7. Ravageurs et maladies

Aucune étude n'a été menée pour identifier les ravageurs et les maladies.

8. La récolte

La récolte est faite lorsque les fruits commencent à s'ouvrir de façon spontanée visible quand les graines sont entourées d'un arille rouge. Les graines tombent et s'accumulent le long des berges où elles sont ramassées. Cet environnement favorise une récolte de graines sans impuretés.

9. Description du produit récolté

Les graines sont composées d'une pâte blanche, marbrée de jaune. Celle-ci a un point de fusion élevé et est appelée beurre ou suif de ucuuba. La graine a une forme arrondie, pèse de 1 à 3 g et est recouverte d'une coque fragile, non-adhérente et relativement fine.

L'amande représente de 80 à 88 % de la graine et contient de 60 à 65% de graisse. La graine est ramassée au sol et présente une humidité de 20 à 25%, avec de faibles taux d'acides gras libres, ce qui lui donne un goût aromatique agréable. Un kg de graines représente entre 710 et 750 unités.

10. logistique

- **Transport** : Il doit être effectué le plus vite possible jusqu'au lieu de la transformation. Il faut éviter que les graines se réchauffent, sèchent ou refroidissent, pendant le transport.
- **Stockage** : les graines doivent être conditionnées dans des sacs en raphia ou en matière plastique.

11. Etapes de transformation

Les fruits doivent être stockées dans un endroit sec et aéré et à l'ombre, pour terminer de s'ouvrir et faciliter la séparation des graines.

L'arille est retiré manuellement à l'aide d'eau et d'un tamis. Si les graines sont semées, il n'est pas nécessaire de retirer l'arille.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	94,6%	- laurique (C12:0)= 16,5% - myristique (C14:0)= 71,0% - palmitique (C16:0)= 6,5% - stéarique (C18:0)= 0,6 %
	Acides insaturés	5,4 %	- oléique (C18:1) = 4,5% - linoléique (C18:2) = 0,6% - palmitoléique (16:1) = 0,3%
Viscosité cinématique	Sans données		
Masse spécifique	Sans données		
Pouvoir calorifique	9161 Kcal/Kg		
Indice de saponification	219 – 221 mg KOH/g		
Indice d'iode	9 - 14 mg I_2/g		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Ecorce		Indiquée comme cosmétique pour le traitement de l'érysipèle, cicatrisant et anti-inflammatoire. Traite les coliques abdominales, dyspepsie, cicatrise les plaies, émollient, hémorroïdes, problèmes digestifs, érythème, gastralgie (phytothérapie)
Bois		Constructions d'intérieurs, charpenterie, menuiserie, fabrication de caisse, allumettes, contreplaqués, papier.
Graines	Extraction d'une huile riche en trimyristine	Fabrication de bougies, savons, cosmétiques et parfums.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : sans utilisation.
- Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Le suif de la plante est utilisé dans des traitements medicaux tels que les rhumatismes, arthrite, etc.

21. Palmier Indaiá
(*Attalea borgesiana*)

1. Description botanique

- **Famille** : Palmier - Aracacées
- **Espèce** : *Attalea borgesiana*
- **Nom populaire** : Palmier indaiá, indaiá-guaçu, Pindoba, Indaía rampante

2. Description morphologique

Arbre aux tiges visiblement marquées par des stigmates naviculaires, foliaires ou parfois avec une tige souterraine ; feuilles longues de plus d'un mètre, composant un épi, avec une tige foliaire peu développée, pétiole court aux bordures fibreuses, régulièrement espacées autour de l'axe ou regroupées ; plantes monoïques aux fleurs diclines en grappes séparées ou sur la même grappe ; spathes ligneuses avec de forts sillons et sommet rostré ; spathe androgyne ramifié aux nombreuses fleurs ; grandes fleurs femelles protégées par deux bractées avec trois sépales convexes inégales et trois pétales semblables ; gynécée avec anneau staminoïdal et style peu développé ; spathes masculines multi-ramifiées avec des fleurs distiques sur l'axe ou irrégulièrement distribuées avec trois sépales et trois pétales, celles-ci étant plus grandes que les premières ; 6-15 étamines sur chaque fleur, anthères droites aux thèques congénitaux plus petits que les pétales ; fruits à 1-5 graines à l'exocarpe fibreux, mésocarpe amylacé ou oléagineux, occasionnellement avec des sclérenchymes fibreux ; endocarpe lignifié bien

développé, constituant près de 50% de l'épaisseur du fruit qui contient un périgone persistant ; anneau staminoïdal se développant avec des graines à l'endosperme homogène.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : chaud et sec, avec des pluies d'été.
- **Sol** : sablo-quartziques profonds, alluvions fertiles, textures moyennes, hydromorphique, latosol rouge-jaune dystrophique.
- **Température** : entre 20 et 35°C.
- **Humidité** : entre 50 et 80%.
- **Précipitation** : entre 850 et 1160 mm.
- **Altitude** : entre 400 et 500 m.

4. Localisation de la production

Ce palmier est plus fréquent dans les états de la Bahia et du Minas Gerais.

5. Organisation de la production

Production de culture typiquement extractive et peu productive mais dont les populations locales retirent quelques bénéfices économiques.

6. Cycle de culture

Il est possible de semer le fruit ou la graine sans pulpe. L'ensemencement peut être fait directement en terre ou en milieu controlée avant d'être mis en terre. Des pentes supérieures à 5% ne sont pas adaptées à cette culture. Le cycle productif commence après 2 ou 3 ans. La germination peut être inhibée pour une période assez longue, et il est recommandé de couper le fruit sur la longueur de son axe Pour lever cette inhibition. Les amandes proviennent des noix mûres récemment récoltées.

7. La récolte

La récolte est typiquement extractive et peu productive, elle a lieu entre juin et novembre. Elle est manuelle et presque toujours faite par des femmes et des enfants qui parcourent les palmeraies pour y ramasser les fruits mûrs tombés au sol. Les noix sont ensuite transportées dans des paniers, généralement par des mules, jusqu'au lieu de cassage manuel ou seront traité en moyenne 5 kg/j/personne.

8. Description du produit récolté

Les fruits de forme arrondis présentent une couleur orangée lorsqu'ils sont mûrs. Chaque grappe contient entre 20 et 30 fruits.

La noix est constituée de l'épicarpe, facile à retirer lorsqu'il est mûr. Il contient 5% d'huile, dont la coloration est jaune-orangée à cause de la présence de substances caroténoïdes et de terpènes, ce qui explique l'odeur agréable émanant de cette huile brute.

La pulpe, fibreuse, à la saveur sucrée contient près de 35% d'huile

L'endocarpe, au pouvoir calorifique élevé (4770 Kcal/kg), dur et compact, contient 1-5 amandes.

La noix a une humidité moyenne distribuée de façon uniforme entre les différentes parties du fruit ;50% pour la pulpe et de 15 à 20% pour l'amande.

9. logistique

- **Transport** : après la récolte, les fruits sont acheminés vers des usines de transformation généralement proches des palmeraies, afin d'être stérilisés.
- **Stockage** : la façon la plus efficace de conserver une bonne qualité aux fruits est la stérilisation par choc thermique (80 à 110°C), procédé qui élimine les enzymes lipolytiques et réduit l'humidité du fruit. Les noix ainsi traitées peuvent alors être stockées dans un endroit sec. Dans ces conditions l'acidité de l'huile est maintenu sable sur de longues périodes.

10. Etapes de transformation

La transformation est essentiellement artisanale. La noix est cassée sur le fil d'une hache. Après séparation, les amandes sont chauffées dans des fours en terre pour être ensuite écrasées dans des hachoirs (du type des hachoirs à viande) afin d'en retirer l'huile. Cette dernière est déversée dans des seaux après avoir été filtrée dans des torchons. Ensuite, l'huile est chauffée dans des fours à bois et est de nouveau filtrée. Ce procédé suffit à fournir une huile de bonne qualité alimentaire. La farine résiduelle, très protéinée, est utilisée dans la production de biscuits et de pâtisseries domestiques, voire comme ration animale.

11. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	84,7%	- caprylique (C8:0)= 9% - caprique (C10:0)= 10% - laurique (C12:0)= 44,2% - myristique (C14:0) = 11,9% - palmitique (C16:0) = 6,7% - stéarique (C18:0) = 2,9%
	Acides insaturés	14,8 %	- oléique (C18:1) = 12,8% - linoléique (C18:2) = 2,0%
Viscosité cinématique	31,0 cst (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,9188 g/cm3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	9050 Kcal/Kg		
Indice de saponification	198 mg KOH/g – huile de la pulpe 255 mg KOH/g – huile de l'amande		
Indice d'iode	73 mg I_2/g - huile de la pulpe 16 mg I_2/g - huile de l'amande		

12. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Feuille		Toitures de maisons, production de fibres (confection artisanale de hamacs, paniers, tamis, sacs et chapeaux), fourrage pour le bétail.
Fruits		Alimentation et huile pour la production de margarine
Farine protéinique		Fabrication de biscuits et de pâtisseries locales et/ou ration animale.
Endocarpe		Charbon, combustible pour les chaudières à vapeur et les foyers de cuisson
Coque et tourteau de la pulpe		Production d'énergie thermique et électrique.

13. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : sans utilisation
- Potentiel : huile brute comme combustible et base pour la production de bio-diesel.

14. Utilisations non-énergétiques de l'huile

Fabrication de margarine alimentaire. Cette utilisation peut être diversifiée dans la sidérurgie, dans des fabriques de savons et de détergents.

16. Organisation du marché

Le marché est organisé par les petits propriétaires et ouvriers ruraux dont certains travaillent dans les plantations de cocotiers. Ils achètent les amandes ou les échangent contre d'autres marchandises. Certains, plus autonomes, vendent leur production directement aux consommateurs des villes les plus proches représentant un complément de revenu. Dans villes disposant d'installations industrielles de production d'huiles végétales, les prix sont généralement plus élevés, ce qui augmente l'intérêt des populations rurales voisines, qui récoltent systématiquement les amandes de ce palmier ou d'autres palmiers comme le Babassu.

22. Pequi
(*Caroycar Brasiliense*)

1. Description botanique

- **Famille** : Caryocaracées
- **Espèce** : *Caryocar brasiliense*
- **Nom populaire** : piqui, pequi, piquiá, pequiá, noz de surava, pequiá-ête, pequi banane, pequiá jaune, arbre à beurre, piquiá orange, piquiá rana de peixe, tatajombá e piquiá rana da várzea, Piquirana

2. Description morphologique

Espèce relativement petite, jusqu'à 15 m dans le cerrado.; feuilles opposées, tri-foliaires, pubescentes, crénelées et ovales, grandes fleurs blanches de 5 cm de diamètre, grandes étamines, 4 styles, ovaire à 4 loges, développement rare dans les 4 carpelles ;

Le fruit drupacé contient de 1 à 4 amandes riches en huile, vitamines et protéines.

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : tropical humide de savane avec des hivers, et tropical chaud avec saison des pluies marquées.

- **Sol** : Eutrophique de type podzolique, rouge foncé et sables quartzeux. Cette plante pousse dans les sols du cerrado, généralement acides, pauvres en calcaire, en magnésium et matière organique, profonds et poreux, avec une saison des pluies et une saison sèche bien définies. Sa culture est recommandée dans des systèmes agro-forestiers.
- **Température** : Entre 20 et 28°C.
- **Humidité** : Entre 50 et 80%.
- **Précipitation** : 800 mm.
- **Altitude** : Entre 400 et 800 m.

4. Localisation de la production

Cette plante se trouve surtout dans les états du Piauí, Ceara, Minas Gerais, Goiás et Bahia.

5. Organisation de la production

La production est de forme extractiviste. Il n'existe pas encore de production à partir de plantations.

6. Cycle de culture

Les graines sont propagées par les rongeurs se nourrissant des fruits au moment de la récolte. La production fruicticole commence après 4 ou 5 ans, pour des plants produits à partir de graines. L'utilisation de plants greffés permet d'anticiper la fructification après 2 ou 3 ans. La production varie de 500 à 2000 fruits par arbre/an, ce qui donne entre 5 et 20 caisses de fruits/an. Dans un système de culture homogène, avec des arbres espacés de 10x10 m, il est possible d'atteindre une productivité de 1200 caisses par ha/an.

7. Ravageurs et maladies

Les principales maladies constatées sont la pourriture de la racine et la rouille ; afin de minimiser l'incidence de la pourriture de la racine, il est recommandé de ne pas trop irriguer et d'utiliser un substrat avec 10% de fumier et 40% d'argile, bien aéré et bien drainé, ainsi que des sacs plastiques perforés sur les côtés et dans le fond, pour éviter l'accumulation d'eau. La rouille peut être contrôlée par une pulvérisation sur les feuilles de fongicides cupriques.

Les termites et les fourmis sont des ravageurs naturels. Des traitements insecticides doivent être appliqués.

8. La récolte

La récolte a normalement lieu entre novembre et mars. Lorsque les fruits arrivent à maturité, ils tombent de l'arbre. Les fruits sont ramassés à même le sol ou cueillis directement sur l'arbre. Ils sont alors mis en sacs et transportés vers le lieu de transformation et commercialisation.

9. Description du produit récolté

Le fruit est un drupe constitué d'une fine coque externe vert-gris, d'un mésocarpe peu fibreux et riche en tanins, qui enveloppe de 1 à 4 noyaux de couleur jaune et dont le nombre détermine la forme du fruit ; sphérique s'il ne contient qu'un noyau, à lobules s'il a plus de deux noyaux. Ces derniers sont facilement détachables du mésocarpe après mûrissement complet. Toutefois, ils adhèrent fortement à la pulpe si le fruit est vert. Le poids du fruit est très variable, selon son origine, du type de sol et des conditions climatiques. Son noyau est revêtu d'une pulpe huileuse de coloration jaune causée par la présence de caroténoïdes. Sous la pulpe se trouve l'endocarpe proprement dit, dur et ligneux, à l'intérieur se trouve une amande blanche et riche en huile. Des épines fines et noires sont disposées à l'intérieur de l'endocarpe. Elles constituent un obstacle à l'extraction manuelle de l'amande.

10. logistique

- **Transport** : De nombreux problèmes sont associés au transport de ce fruit, avec des pertes qui vont croissantes tout au long du parcours. La lenteur et les difficultés de déchargement réduisent la qualité du produit.
- **Stockage** : L'amande est stérélisée pour éliminer les enzymes lipolytiques et réduire l'humidité du fruit. Les amandes peuvent alors être stockées dans un endroit sec sans developpement d'une acidité dans l'huile. Dans ces conditions, la pulpe est peu altérée.

11. Etapes de transformation

Ce fruit est traditionnelement cultivé pour la production d'huile. Les techniques d'exploitation sont très rudimentaires. Afin de faciliter l'extraction de l'amande, le fruit est mis à sécher au soleil pendant quelques jours. L'endocarpe est ensuite cassé à l'aide d'instruments coupants. La pulpe et le noyau sont séparés manuellement. La pulpe est ensuite mise à macérer dans des pilons en bois, afin de faciliter l'extraction de l'huile. La pâte huileuse obtenue est mélangée à de l'eau et est portée à ébullition afin de retirer l'huile par décantation.qui sera filtrée dans des sacs de lin. L'huile ainsi produite est séchée et embouteillée dans des flacons de 600 ml, pour être vendue sur les marchés locaux. Son prix est trois ou quatre fois supérieur à celui des huiles comestibles traditionnelles.

12. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile

		teneur	détail
Composition	Acides saturés	34,5%	- myristique (C14:0) = 0,4% - palmitique (C16:0) = 32% - stéarique (C18:0) = 2,1%
	Acides insaturés	65,1 %	- palmitoléique (C16:1) = 1,3% - oléique (C18:1) = 56,3% - linoléique (C18:2) = 7,2% - linolénique (C18:3) = 0,3%
Viscosité cinématique	40,0 cst (à 37,8°C)		
Masse spécifique	0,915 – 0,923 g/cm3 (à 25°C)		
Pouvoir calorifique	9380 Kcal/Kg		
Indice de saponification	202 mg KOH/g – huile de la pulpe 203 mg KOH/g – huile de l'amande		
Indice d'iode	53,5 mg I_2/g - huile de la pulpe 54,6mg I_2/g - huile de l'amande		

13. Caractéristiques et utilisations des co-produits

Produit	Caractéristiques	utilisation
Bois	Dur et résistant aux champignons	Fabrication de poteaux, piliers, poutres, roues. De façon plus générale, il est utilisé dans le bâtiment et la construction navale.
Ecorce	Haute teneur en tanins	Fabrication d'encre et autres teintures.
Feuilles	Haute teneur en tanins	Fabrication d'encre et autres teintures, extrait éthanolique (activité anti-tumeur).
Noyau	Riche en lipides et vitamines A.	Alimentaire (nature ou cuit)
Noyau résiduel	Amande interne blanche oléagineuse, très nutritive.	alimentation
Tourteaux d'amandes	Source de vitamines et de protéines brutes	Haute teneur protéinique, supérieure au tourteau de soja, sésame ou tournesol.

14. Utilisations énergétiques de l'huile

- Actuellement : testée pour du bio-diesel et l'éclairage en zones rurales.
- Potentiel : utilisée pure comme carburant ou pour la fabrication de bio-diesel.

15. Utilisations non-énergétiques de l'huile

L'huile est utilisée comme condiment dans des préparations de riz et de viandes. Elle contient des protéines, des sucres, de la vitamine A, de la thiamine, des sels de calcium, du fer et du cuivre. Elle est utilisée pour combattre les grippes et les rhumes.

Elle est également utilisée comme lubrifiant, ainsi que pour d'autres applications nobles, comme dans l'industrie pharmaceutique pour la production de fortifiants « Emulsion de Pequi » ou « Vita-huile ».

16. Organisation du marché

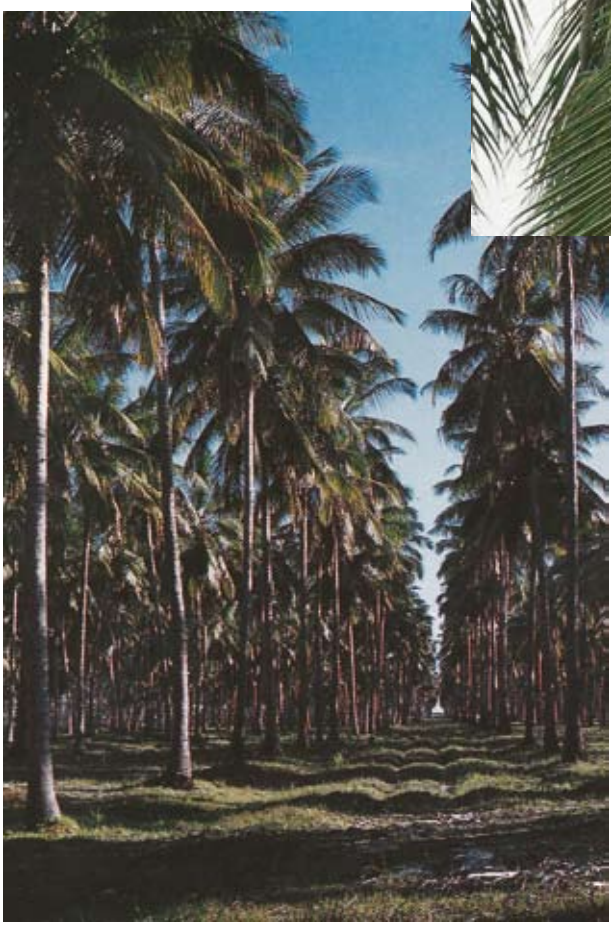
La récolte extractiviste implique les agriculteurs, les petits producteurs, les ouvriers agricoles, les grossistes et les détaillants. Pour certains agriculteurs ou producteurs de régions plus pauvres, les revenus du Pequi sont une opportunité pour augmenter leurs revenus.

Les grossistes sont en contact direct avec les récoltants et les communautés. Ils organisent la chaine de production depuis la récolte avec les agriculteurs jusqu'à la vente avec les détaillants.

Le fruit est vendu emballée dans des sacs plastiques. Une partie de la récolte est transformée en liqueurs et en huile. Le rendement de la pulpe correspond à 30 ou 40% du poids du fruit sans coque.

Cet intérêt peu commun pour ce fruit permet une valorisation optimisée de cette plante. Ses fruits représentent une réserve alimentaire naturelle pour une consommation domestique, mais également un source

de revenus supplémentaires. En effet, lors des périodes de récoltes, les excédents sont commercialisés dans les centres urbains les plus proches. Ces centres distribuent l'huile à des fins domestiques ou industrielles (fabricants de savons, préparateurs pharmaceutiques).



23. Cocotier
(*Cocos nucifera L.*)

1. Description botanique

- Monocotylédone
- Famille : Arecacae
- Genre : Cocos
- Espèce (une seule) : Cocos nucifera L.

On peut classer les cocotiers en deux groupes : les Grands et les Nains à partir desquels sont créés les hybrides. L'hybride le plus répandu sur la planète est le PB121 ou croisement entre un Nain Jaune de Malaisie et un Grand Ouest Africain (NJMxGOA) ou Malayan Yellow Dwarf x West African Tall (MYDxWAT). Cet hybride porte différents noms selon les pays de culture (ex : Maypan aux Philippines).

2. Description morphologique

Le cocotier présente un appareil végétatif en trois parties :

- un système racinaire en cône renversé. De toute la surface du plateau racinaire partent 3000 à 5000 racines de 0.8cm de diamètre environ. Ces racines peuvent atteindre 7 à 8 m de long et portent des racines d'ordre II, III et IV. Ces dernières alimentent la plante en eau.
- un stipe (aussi « injustement » appelé tronc) constitué d'un grand nombre de faisceux libéro-ligneux primaires. La base du tronc

est plus ou moins renflée selon les écotypes. Le stipe est lisse, à croissance continue, et porte les cicatrices des points d'insertion des feuilles. L'accroissement transversal (radial) se produit par développement de la zone méristématique. La croissance en hauteur est variable selon l'âge, les variétés et les écotypes. Vers 10 ans, la croissance est de 15 à 30 cm par pour les Nains et de 70 à 100 cm par an pour les Grands.

- les feuilles ou palmes constituent la couronne foliaire. Cette dernière comporte une trentaine de feuilles. La palme de cocotier comprend un pétiole prolongé par un rachis sur lequel viennent s'insérer 200 à 300 folioles. Ces dernières sont de taille variable selon leur position et possèdent une nervure centrale très rigide. Les feuilles sont réparties sur cinq spirales (tournant soit vers la gauche, soit vers la droite). La durée de vie d'une feuille est de cinq ans avec une phase visible de 25 à 30 mois. Le rythme d'émission des feuilles est différent selon les variétés et les conditions climatiques (16 à 17 feuilles par an pour les Nains et 13 à 14 feuilles par an pour les Grands).

L'inflorescence se trouve à l'aisselle de chaque feuille. La floraison commence entre 2 et 7 ans après la plantation. Les Nains sont les plus précoces (2 à 4 ans). Les Grands fleurissent pour la première fois vers 7 ans alors que les hybrides se situent entre les deux, 4 à 5 ans. Avant ouverture, la fleur se présente sous la forme d'une spathe de 50 cm à 1 m de long. L'inflorescence est formée d'un rachis sur lequel s'insèrent de nombreux épillets portant des fleurs femelles (petites boules de 25 mm) à la base et de nombreuses fleurs mâles plus petites. Le taux de nouaison est d'environ 40% pour des arbres sains en bonnes conditions environnementales.

Les variétés de Nains sont autogames, celles de Grands sont plutôt allogames. Après fécondation, une partie des fleurs femelles évoluent en fruit, drupe monosperme, improprement appelée noix. La noix de coco, fruit de taille inhabituelle (1,2kg en moyenne), comporte quatre compartiments principaux :

- un mésocarpe fibreux, enveloppe appelée bourre ou « husk » en anglais, recouvert d'un épiderme lisse dont la couleur avant maturité est très variable (vert, rouge en passant par des jaunes orangés) ; cette couleur est fonction de la variété ;

- un endocarpe qui se rigidifie au fur et à mesure de la croissance : la coque (shell en anglais) ;
- un albumen liquide : l'eau de coco (« coconut water »), liquide incolore et parfois très parfumé (selon les variétés) à ne pas confondre avec le lait de coco, blanc et crémeux, qui est issu du pressage de l'amande râpée ;
- un albumen solide : l'amande, partie blanche oléagineuse de 10 à 15 mm d'épaisseur dans laquelle est fiché l'embryon ; cet albumen déshydraté jusqu'à 6% de teneur en eau est connu sous le nom de coprah, débouché principal de la culture du cocotier (N.B. : dans tous les pays producteurs d'Asie mais pas au Brésil).

Tableau 8 : Composition moyenne des noix de coco de plusieurs pays. *Les variétés diffèrent ainsi que les conditions édapho-climatiques*

	Ghana	Mozambique	Philippines	Ste Lucie	Côte d'Ivoire
Poids total (kg)	1,06	1	1,05	1,1	1,2
	% poids frais total de la noix de coco				
Bourre	50	36	35	36	47
Coque	10	22	12	22	15
Eau	13	17	28	17	9,5
Amande	27	25	25	25	28,5

3. Conditions édapho-climatiques

- **Climat** : le cocotier a besoin de chaleur et d'humidité. Les bords de mer des zones inter-tropicales constituent l'habitat naturel du cocotier.
- **Sol** : le cocotier, généralement cultivé sur des sols très pauvres (sables côtiers) s'adapte à divers types de sols. De façon générale, pour les zones à pluviosité satisfaisante, on évitera les zones hydromorphes et mal drainées; pour les zones à pluviosité marginale, on éliminera les sols peu profonds, trop argileux ou gravillonnaires.

- **Température :** l'optimum des températures est de 27°C. La moyenne mensuelle des minima ne doit pas être inférieure à 18°C. L'ensoleillement optimal est de 2000 à 2200 heures par an.
- **Précipitatio**n : la pluviosité idéale est de 150 mm par mois bien répartie sur toute l'année. Mais le cocotier s'adapte au rythme des saisons sèches et humides.
- **Humidité** : il a besoin d'une hygrométrie importante : 80 à 90%. Le vent peut être un frein à la croissance des cocotiers qui sont plus sensibles aux cyclones entre 3 à 5 ans après plantation.

4. Localisation de la production

La production du cocotier se situe en zone intertropicale essentiellement en Asie et Océanie. La surface mondiale récoltée est estimée à 10.7 millions d'hectares en 2004 (fig.1, source FAOStats 2005) dont 83.5% en Asie. Les principaux pays producteurs (2004) sont l'Indonésie (16.3 Mt de noix de coco), les Philippines (14.3 Mt) et l'Inde (9.5 Mt). Une partie marginale de la production est réalisée en Amérique centrale et du Sud (4.7%). Le Brésil a produit 3.2 Mt de noix de coco en 2005 à comparer aux 1.9 Mt de 2000. Sa progression est la plus importante au monde. En comparaison l'Indonésie est passée de 15.2 à 16.3 Mt sur la même période. +68.4% pour le Brésil contre +7.2% pour l'Indonésie.

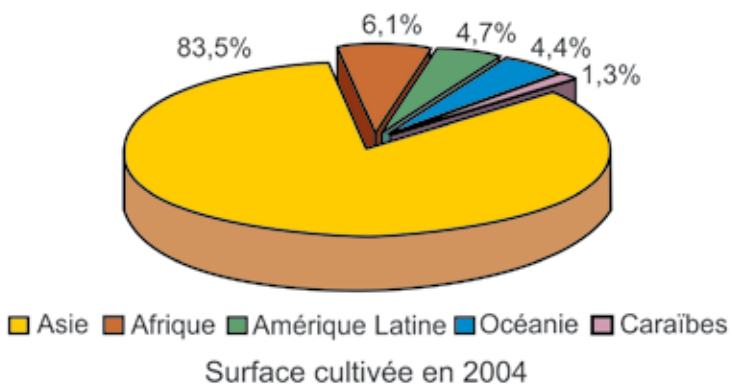


Figure 1 : Répartition mondiale de la surface cultivée en cocotiers (*Source FAOStats2005*)

Les plantations de cocotier au Brésil se situent dans l'Etat du Nordeste en zones côtières. Le développement de ces plantations est relativement récent. Les cocoteraies sont jeunes et plantées de variétés « naines » sélectionnées (généralement *Nain Vert du Brésil*).

5. Organisation de la production

96% de la cocoteraie mondiale est constitué de petites plantations (0,5 à 4 ha) dont le rendement moyen est de 850 kg de coprah/ha/an alors que le potentiel agronomique de certains hybrides se situent à 4.5 t/ha (rendements obtenus en stations expérimentales).

Au Brésil, on rencontre de grandes plantations industrielles destinées à la production d'huile ou de noix « à boire ». Certaines de ces plantations sont irriguées (parfois à l'eau de mer) pour limiter les effets de la longue saison sèche du Nordeste.

6. Cycle de culture

Le cocotier est une plante pérenne dont la production s'étale sur toute l'année. Sa densité de plantation dépend des conditions climatiques et de la variété. La densité de plantation pour les Nains est de 205 à 235 arbres/ha, celle des Grands varie entre 143 et 160 et celle des hybrides entre 160 et 180.

Etant donné la vitesse moyenne d'émission foliaire (et donc, d'inflorescence) d'une feuille par mois, on trouve, sur un même arbre, des régimes de noix de coco à différents stades de maturité. Chaque régime présent est environ un mois plus âgé que son prédécesseur. Le régime le plus mûr est situé sous les dernières feuilles du bas de la couronne.

7. Ravageurs et maladies

Les ravageurs du cocotier peuvent être localisés à certaines régions, certains pays mais ils peuvent se rencontrer dans toute l'aire de culture de la plante. Leur impact peut être variable allant de la défoliation, de la déformation, du jaunissement, de la pourriture jusqu'à la mort de l'arbre.

Les ravageurs du cocotier appartiennent à différents ordres de la classe des insectes et peuvent attaquer différents organes de la plante : feuilles, bourgeon terminal, stipes, inflorescences, fruits, racines.

a – Les insectes défoliateurs

Ils consomment le feuillage en totalité ou en partie, réduisant la photosynthèse et par conséquent la production de l'arbre. C'est le cas des Limacodidae (Lépidoptère) en Indonésie et du genre *Setora nitens.*

Au Brésil, on peut citer *Mecistomella corallina*, hispine qui, en cas de forte attaque, donne un aspect brûlé aux feuilles dont les folioles peuvent se déchirer en lanières.

b – Les insectes piqueurs

Certains s'attaquent au feuillage et aspirent la sève, provoquant le jaunissement du feuillage auquel peut s'ajouter le développement de fumagines qui asphyxient les feuilles ; ceci ayant pour conséquence la diminution de la photosynthèse. C'est le cas de la cochenille *Aspidiotus destructor* (Hémiptère) au Timor Oriental mais répartie partout sur le globe où pousse le cocotier, de l'aleurode *Aleurotrachelus atratus* (Hémiptère) aux Comores. Certains s'attaquent aux fleurs et aux fruits et provoquent le dessèchement des inflorescences, voire la chute prématurée des jeunes noix ou leur déformation avec pour conséquence la réduction de la quantité de coprah.

Certains insectes piqueurs sont vecteurs de maladies.

Au Brésil, on peut citer *Eriophyes guerreronis*, acarien qui s'attaque aux fruits et provoque des tâches au niveau des pétales qui, en s'étendant envahissent le péricarpe et provoquent le craquellement de l'épiderme de la noix. Les noix restent accrochées mais sont déformées, petites et l'albumen est réduit. L'impact économique reste faible pour la transformation en huile de coprah.

c – Les insectes foreurs

A partir de leurs pièces buccales, ils creusent des galeries dans le stipe ou le bourgeon terminal. Ils peuvent être vecteurs de

maladies. On peut citer en Amérique Latine, *Rhynchophorus* sp. (Coléoptère) qui pond au niveau de blessures et se développe dans le cœur de l'arbre et provoque la mort du bourgeon terminal. L'arbre meurt en quelques semaines. Il est vecteur du nématode qui provoque la maladie de l'anneau rouge. *Stategus* sp. (Coléoptère) creuse aussi des galeries à proximité des cocotiers et attaque le plateau radiculaire pour remonter dans le stipe. Quand la galerie atteint le méristème, l'arbre meurt.

Castnia dedalus est un Lépidoptère qui se développe à l'intérieur du stipe de l'arbre en pondant ses œufs au niveau d'une base pétiolaire et en creusant des galeries. Les larves peuvent atteindre 10 cm et on peut trouver un nombre important de larves par stipe.

Tirathaba rufivena (Lépidoptère) s'attaque aux fleurs et aux jeunes fruits et entraîne l'avortement et la chute prématurée des noix. Les dégâts sont reconnaissables à l'accumulation de déjections sur les jeunes noix.

Ordre	Organe attaqué	Espèces	Forme nuisible
Coléoptères	Stipe Tissus internes Feuilles	Oryctes sp. Rhynchophorus sp. Brontispa longissima	Adulte Larve et adulte Feuillage
Lépidoptères	Feuille Racines Fleurs Fleurs	Limacodidae Sufetula sp. Synechodes papuana Tirathaba rufivena	Chenille Chenille Chenille Chenille
Hémiptères	Feuilles Feuilles	Aspidiotus destructor Aleurotrachelus atratus	Larve et adulte Larve et adulte
Orthoptères	Feuilles	Segestes decoratus	Tous les stades

Les méthodes de lutte peuvent être

- chimiques et les modes d'application peuvent consister en une pulvérisation, un injection dans le stipe, une absorption racinaire, une application sur le sol.

- culturales : éradication des plantes hôtes, semis d'une plante de couverture, destruction des bois et stipes morts et en décomposition, éradication des arbres malades, application de fumures minérales.
- identification de matériel végétal résistant ou tolérant.
- biologiques : application d'insecticides biologiques, lâchers de parasitoïdes, introduction de prédateurs ou parasitoïdes, utilisation de virus ou autres organismes entomopathogènes, piégeage olfactif…

A part les maladies qui n'affectent que le feuillage et les fruits et sont essentiellement d'origine fongique, les autres entraînent presque toujours la mort de l'arbre. Elles sont transmises par des insectes généralement piqueurs, parfois foreurs. L'agent causal peut-être un champignon, un nématode, un trypanosome, un mycoplasme, un virus, un viroïde. Certaines maladies ne se développent qu'au jeune âge.

Quelques exemples :

- la pourriture sèche du cœur dont l'agent vecteur est *Sogatella kolophon* et *S. cubana*. Cette maladie consiste en un arrêt de croissance avec ouverture de la flèche avant la sortie du pétiole ou bien en un dessèchement prématuré de celle-ci.
- la pourriture brune (blast) dont l'insecte vecteur est *Recilia mica.* La flèche devient brune et noirâtre.
- la maladie de l'anneau rouge transmise par un nématode *Rhadinaphelenchus cociphilus* lui-même véhiculé par *Rhynchophorus palmarum (*Coléoptère). L'extrémité des feuilles basses jaunit et les jeunes feuilles cessent de se développer. Les jeunes noix tombent au sol et les inflorescences dépérissent. Une entaille dans le stipe à 1 m du sol permet de vérifier la présence de l'anneau.
- le Hartrot provoqué par des trypanosomes et dont l'insecte vecteur est une punaise du genre Lincus. On observe un jaunissement et brunissement des feuilles et une chute des noix immatures.

- l'helminthosporiose provoque des tâches brunes circulaires et entourées d'un halo jaune sur les plus jeunes feuilles. Elles s'agrandissent et le centre se dessèche prenant une teinte grise et se couvre d'une poudre marron à noire.
- le Jaunissement mortel ou Lethal Yellowing est probablement la pire menace qui pèse aujourd'hui sur la culture du cocotier. L'agent causant est un mycoplasme transmis vraisemblablement par un Cixiidae du genre Myndus. Les cocotiers atteints dépérissent, jaunissent. Morts, ils subsistent à l'état de « poteau télégraphique ». Cette maladie touche gravement l'Afrique de l'Ouest et plus particulièrement le Ghana. Elle a été détectée en Amérique Centrale et dans les Caraïbes. Aucun moyen de lutte efficace n'est à ce jour disponible. Le CIRAD dispose d'une unité de recherche (chercheurs) consacrée à l'étude du jaunissement mortel.

8. Récolte

La récolte est manuelle. Elle s'effectue tous les mois, voire tous les deux mois.

Les noix destinées à la production du coprah (amande séchée jusqu'à 6% de teneur en eau), du lait de coco ou du coco râpé sont récoltées à maturité. Deux méthodes prédominent : soit on laisse tomber les noix et le passage dans la parcelle consiste simplement à les rassembler en tas. Soit les régimes sont coupés sur l'arbre à l'aide d'une faucille fixée sur un manche en bambou. Les noix sont également rassemblées en tas. Deux modes de traitement sont ensuite appliqués :

- soit les tas sont chargés manuellement sur des camions ou des motos équipées de remorques et transportés jusqu'au lieu de la première transformation : le four à coprah, l'usine de coco râpé….
- soit les noix sont ouvertes sur place à la machette et seule l'amande fraîche est placée dans des sacs de jute de 50 kg avant transport jusqu'à l'unité de transformation.

Il arrive également que les tas de noix soient laissés sur la parcelle 3 à 4 semaines (c'est ce que l'on appelle le « seasoning »). Cette pratique se rencontre essentiellement en Asie.

Les noix destinées à la consommation en frais comme boisson sont récoltées à des stades immatures. Il n'existe donc qu'un mode de récolte : à la faucille sur l'arbre. Si le cocotier est grand (hauteur>8m), le régime devrait être descendu avec une corde de façon à ne pas détériorer les noix (au stade immature, la coque est encore très fragile). Mais ce dernier mode de récolte est très coûteux et rarement pratiqué.

9. Caractéristiques physico-chimiques du produit récolté

Nous présentons ici les caractéristiques des noix matures à la récolte.

Tableau 9 : Composition moyenne des noix de coco (hors Nains) matures de plusieurs pays issues de diverses variétés.

	Ghana	Mozambique	Philippines	Ste Lucie	Côte d'Ivoire
Poids total (kg)	1,06	1	1,05	1,1	1,2
	% poids frais total de la noix de coco				
Bourre	50	36	35	36	47
Coque	10	22	12	22	15
Eau	13	17	28	17	9,5
Amande	27	25	25	25	28,5

10. Logistique

Traditionnellement, les plantations de cocotier étant des plantations villageoises, le transport est peu mécanisé entre la parcelle et le lieu de première transformation. Le transport des sacs de noix ou d'amande se fait à « dos d'homme » ou à « tête de femme » en Afrique. Des vélos ou motos peuvent être utilisés, équipés d'une petite remorque.

Une fois l'amande séchée, le coprah est placé en sacs de jute de 50 kg et stockés dans des hangars ou sous de simples abris dont les toitures sont faites de palmes tressées. Les sacs doivent être tenus, le plus possible à l'abri de l'humidité et des insectes. Il faut donc les stocker sur des structures assurant un passage d'air sous les sacs. La ventilation limitera l'apparition de moisissures pouvant produire des aflatoxines. Le premier défaut rencontré sur le coprah, après un séchage insuffisant ou un séchage direct

ayant entraîné la détérioration du produit par les fumées, est la présence importante de toxines microbiennes. Mener un bon séchage et stocker correctement le coprah évite toute contamination de ce type.

Travailler sur de la matière fraîche pour extraire l'huile est également une autre méthode qui permet de supprimer les défauts liés à la fumée et aux microorganismes mais demande des infrastructures de transformation à proximité des sites de production.

11. Etapes du procédé

Source Memento de l'agronome, dernière édition.

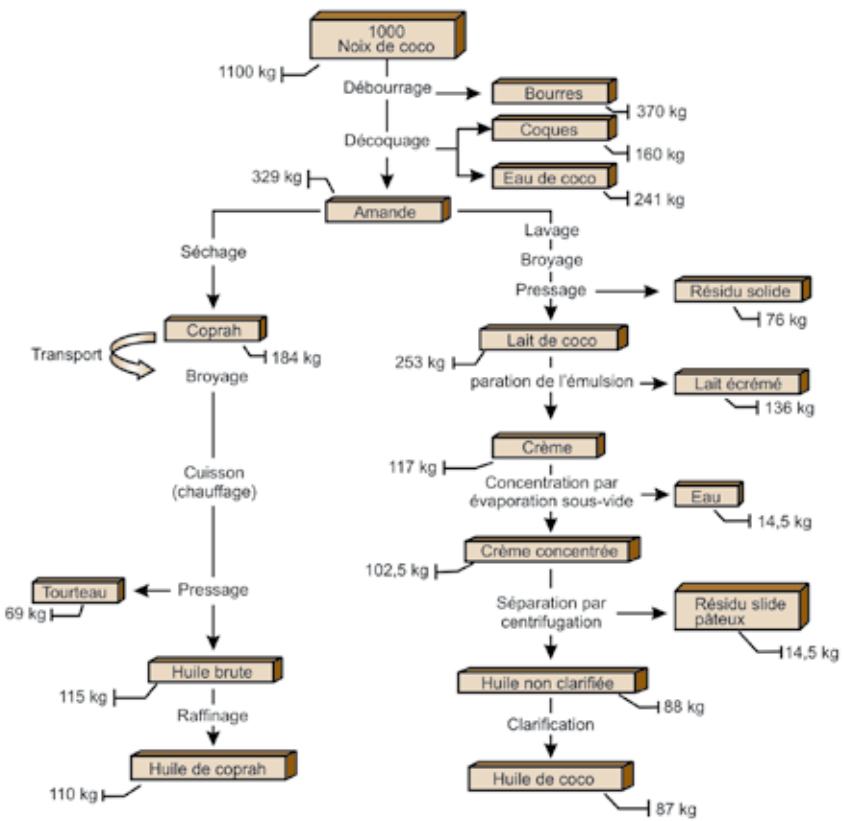


Figure 2 : Procédés de production d'huiles de coprah et de coco par la voie sèche (coprah) et la voie humide (coco).

12. Caractéristiques de l'huile de coprah

Tableau 10. Exemples de normes définissant les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de coprah.

	Philippines Grade I (huile raffinée)	Codex alimentarius (huile raffinée)	Inde (huile raffinée)
Acidité (% acide laurique/MT)	0,1	0,6	0,5
Teneur en eau (%MT)	0,1	-	0,1
Insaponifiables (%MT)	0,5	1,5	0,5
Couleur (échelle Lovibond)	2	visuel	2
Indice de saponification	255	248-265	min. 250
Indice d'iode	7,5-9,5	6,0-11,0	7,5-10
Densité	0,915-0,920	0,908-0,914	0,915-0,920
Indice de réfraction (à 40°C)	1,448-1,449	1,448-1,45	1,448-1,449

13. Caractéristiques des co-produits

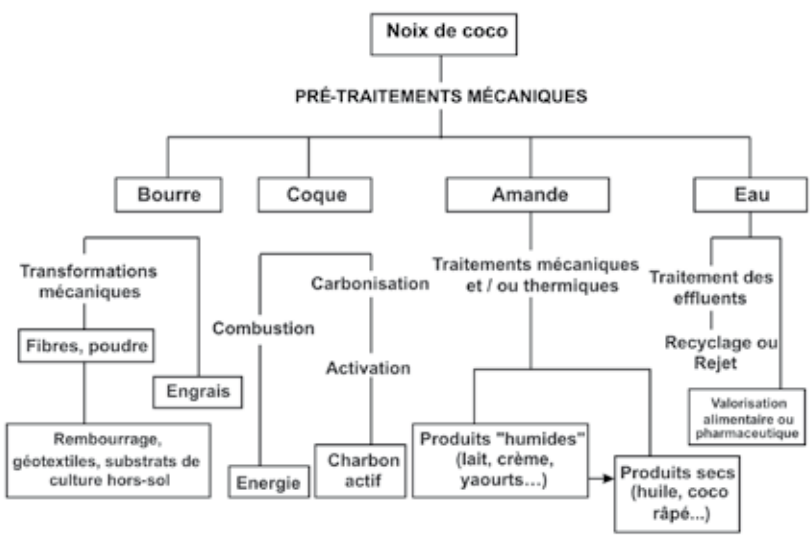


Figure 3 : Panorama des débouchés possibles des produits du cocotier. Le bois est également utilisé comme bois d'oeuvre et la sève sert à faire du sucre et des boissons fermentées.

Tableau 11. Composition en acides gras de l'huile de coprah.

Pourcentage des acides gras	
Acide caprylique C8	5.0-10.0
Acide caprique C10	4.5-8.0
Acide laurique C12	43.0-53.0
Acide myristique C14	16.0-21.0
Acide palmitique C16	7.5-10.0
Acide stéarique C18	2.0-4.0
Acide oléique C18:1	5.0-10.0
Acide linolénique C18:2	1.0-2.5

14. Utilisation énergétique de l'huile

L'huile de coprah est utilisée depuis plusieurs années en Océanie (Nouvelle-Calédonie, Vanuatu, Fiji…) pour alimenter des groupes électrogènes. Elle est également introduite en mélange dans les carburants.

15. Utilisation non énergétique de l'huile

L'huile de coprah est une huile laurique et s'utilise dans tous les débouchés classiques de ce type d'huile : détergents, cosmétiques, alimentation (biscuiterie, pâtisserie…).

L'huile de coco extraite artisanalement par voie humide est une huile comestible non raffinée aux propriétés gustatives recherchées sur certains marchés des pays du Sud-Est Asiatique et au Ghana où elle est très utilisée. L'huile vierge de coco extraite par voie semi-humide (extraction sur amande fraîche « à froid ») est actuellement en plein essor. Ses vertus nutraceutiques sont vantées par de nombreux fournisseurs sur Internet (cf.§ ci-dessous) mais ces allégations restent à prouver scientifiquement.

16. Organisation du marché

Le marché international est encore aujourd'hui dominé par les échanges de coprah ou d'huile brute de coprah (CNO) non raffinée.

Toutefois, en 23 ans, les volumes d'exportation de coprah dans le monde ont baissé de 75%. Ceux d'huile de coprah ont augmenté (+60%) mais en bien moins grande proportion que ceux de noix de coco « fruits» (noix récoltées à maturité et dégagées de leur enveloppe fibreuse), qui ont triplé. Alors que les échanges d'huile de coprah subissent les aléas du marché des huiles végétales, le marché des noix de coco « fruits » reste stable et présente une courbe de croissance continue depuis 1997. Le coco râpé subit, quant à lui, le contrecoup du marché des oléagineux et présente une croissance moins spectaculaire que celle des fruits bien que les volumes aient doublé en 23 ans.

Depuis quelques années, l'augmentation de la production provient essentiellement des pays d'Amérique latine, et notamment du Brésil. La participation importante de ces pays au maintien d'un niveau de production constant, semble due à la conjonction d'une augmentation des surfaces plantées (+20000 ha au Brésil) et d'une amélioration non négligeable de leurs rendements. De 1999 à 2004, les rendements d'Amérique latine sont passés de 6.8 à 8.8 tonnes de noix/ha contre 4.4 à 5 tonnes/ha pour l'Asie. En équivalent coprah (facteur 0.3), cela représente des rendements moyens en 2004 de 1.5 t de coprah/ha en moyenne mondiale et 2.6 t de coprah/ha en Amérique latine.

Entre 1996 et 2001, les prix du coprah ont chuté puis sont remontés péniblement pour atteindre en 2004 leur niveau de 1980 à savoir 450 US$/t.

Le marché brésilien des noix de coco est en plein essor et très captif car tourné vers la consommation en frais de noix de boisson : « agua de coco verde ». Les noix sont le plus souvent issues de plantation de variétés Naines.

Références Bibliogrphiques

ABSY, M. L.; BEZERRA, E. B.; KERR, W. E. 1980. Plantas nectaríferas utilizadas por duas especies de Melipona da Amazônia. Acta Amazônica, v. 10, n. 2, p. 271-281.

ACORDO SUDAM/PNUD. Estudo de Mercado de Matéria- Prima: corantes naturais (cosméticos, indústria de alimentos), conservantes e aromatizantes, bio-inseticidas e óleos vegetais e essenciais (cosméticos e oleoquímica). Belém: 2000.

AGUIAR, J. P. L; MARINHO, H.A.; REBELO,Y.S.; SHRIMPTON, R. Aspectos nutritivo de alguns frutos da Amazônia. Acta Amazônica, v.10, n.4, p.755-758, 1980.

AGUIAR, ROSA HELENA – Avaliação de girassol durante o armazenamento, para uso como semente ou para extração de óleo. Campinas, SP, 2001. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola.

ALBUQUERQUE, Marcos L. S. et al. Characterization of Buriti (Mauritia flexuosa L.) oil by absorption and emission spectroscopies. J. Braz. Chem. Soc. 2005, vol. 16, n. 6a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532005000700004. Acesso em: 15 dez2006.

ALENCAR, J. da C. Estudos silviculturais de uma população natural de Copaifera multijuga HAYNE-LEGUMINOSAE, na Amazônia Central. 2 – Produção de óleo resina. Acta Amazônica, v. 12, n. 1, p. 79-82. 1982.

ALICE Web. Disponível em: http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br. Acesso em 19 de outubro de 2007.

ALVES, M. O.; SOBRINHO, J. N.; CARVALHO, J. M. M. Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no nordeste brasileiro. Documentos do ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 42p.

AMARAL, J.A.B. et al. – Zoneamento de risco climático para a mamona no Estado do Ceará. Safra 2004/2005. Comunicado Técnico 223. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campina Grande, PB, 2004. Disponível em: www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/COMTEC223.pdf. Acesso em 26 set2006.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO – 2006. Disponível em: http://www.anuarios.com.br/port/2006/algodao/default.php. Acesso em: 17 nov2006.

BARROS, G. S. C.; SILVA, A. P.; PONCHIO, L. A.; ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMO, M. Custos de produção de biodiesel no Brasil. Revista Política Agrícola Ano XV – Nº. 3 – Jul./Ago./Set. 2006.

BORSARI, S. Filho – Potencial da cultura do amendoim como fonte de matéria-prima para o PNPB. Coplana. Piracicaba, SP, 2006. Disponível em: http://www.ciagri.usp.br/~simpol/downloads/04%20Amendoim%20COPLANA.pdf. Acesso em: 23/10/06.

CADERNOS NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Nº. 2 (jan. 2005). - Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005.

CALZAVARA, B.B.G.; MULLER, C.H. & KAHWAGE, O.N.C. 1984. Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro. Cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. EMBRAPA/CPATU, Belém.

CÂMARA, G.M.S. – Introdução à cultura do amendoim. Piracicaba, SP, 2000. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. – Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel. Piracicaba, SP, 2005, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Produção Vegetal. 256p.

CARVALHO, L.O. - Cultura da mamoneira (Ricinus Communis L.). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. São Paulo.

CASA CIVIL. Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) – biodiesel: relatório final. Brasília, DF, 2003.

CÁUPER, G. C. de B.; BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA – FLORA AMAZÔNICA -VOLUME III; Manaus – Amazonas; 2006. Disponível em: http://www.povosdamazonia.am.gov.br/pdf/bio_vol3.pdf. Acesso em 11 novembro de 2007.

CAVALIERO, Carla Kazue Nakao; SILVA, Ennio Peres da. Estudo de viabilidade da introdução do uso de óleos vegetais na geração de energia elétrica nos sistemas isolados. Encontro de Energia no Meio Rural, 2000, Campinas, SP. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200044&lng=en&nrm=iso. Acesso em 15 dez2006.

CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. 1 ed. Manaus: SEBRAE/AM, 2000, v. 1. 409 p.

CORREA, M.P.; Dicionário de Plantas Úteis do Brasil, Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1926.

EMATER – Canola: informações práticas para o cultivo. Rio Grande do Sul, EMATER/RS – ASCAR, 2003. 12p.

EMBRAPA – A dendeicultura na visão do setor privado.

EMBRAPA – SPI – Dendê. Coleção Plantar. 1995.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER. A cultura do Pequi. Acesso em: 08 de novembro de 2007. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload//LivrariaVirtual/a%20cultura%20do%20pequi.pdf.

ENRÍQUEZ, G.; SILVIA, M.A.; CABRAL, E. Usos e potencialidades dos mais importantes produtos naturais do Pará. Belém: NUMA/UFPA, 2003. 179p.

FALCÃO, M.A. & llERAS, e. 1983. Aspéctos fenológicos, ecológicos e de produtividade do cupuaçu (Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng.). Schum). Acta Amazônica.

FAO. Especies Forestales Productoras de Frutas y Otros Alimentos: ejemplos de América Latina. Roma, 1987. 241p.

FAO/CATIE. 1983. Palmeras poco utilizdas de America Tropical. Catie, Turrialba, Costa Rica, 245p.

FERNANDES, J. Sobre o óleo-resina de Copaíba e sua aplicação industrial. Manaus: Associação Comercial do Amazonas. 1949.

FERREIRA, E. J. L. F. Manual das palmeiras do Acre, Brasil. Disponível em: http://www.nybg.org/bsci/acre/www1/manual_palmeiras.html. Acesso em: 10 ago de 2005.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Programa Energia. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Relatório final. Belo Horizonte, 1983. 2v.

KABACZNIK, A. Aproveitamento energético do caroço de açaí (Euterpe oleracea) para fins industriais. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Química, UFPA, Belém-PA, 1999.

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; RIGAMONTE-AZEVEDO, C.; CAMPOS, C. A.; OLIVEIRA, A. Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba. Rio Branco: UFAC/ SEFE, 2001. 38 p. il.

LORENZI, H., SOUZA, H. M., MEDEIROS-COSTA, J. T., CERQUEIRA, L. S. C. & E. J. L. FERREIRA. 2004. Palmerias brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 416p.

LORENZI, H.; SOUZA H. M. de; MEDEIROS COSTA, J. T.de; CERQUEIRA, L. S. C. de; VAN BEHR, N. Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas. s.l.: Ed. Plantarum Ltda. 1996. 303p.

MIRANDA, E. M.; SOUZA, J. A.; PEREIRA, R. C. A. Subsídios técnicos para o Manejo Sustentável da Unha-de-gato(Ucaria spp.) no Vale do Rio Juruá-AC. Rio Branco: EMBRAPA,2001. 21p.

MIRANDA, R.M. ; MOURA R.D. - Óleo de dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidades da Amazônia.

NAGHETINI, C. C. da; Caracterização físico-química e atividade antifúngica dos óleos essenciais da cúrcuma. Faculdade de Farmácia da UFMG; Belo Horizonte – MG 2006. Disponível em: http://dspace.lcc.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/MBSA-6W7GYR/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o+mestrado.pdf. Acesso em 27 de outubro de 2007.

NASCIMENTO, J.C. 1980. Ecological studiesof sesquiterpenes and phenolic compouds in leaves of Copaifera multijuga Hayne (Leguminosae) in a Central Amazonian rain forest. Thesis PhD, University of California.

NETO, M.S.A. et al – Zoneamento agroecológico e definição da época de semeadura do algodoeiro no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, 2001 (no especial: Zoneamento Agrícola). p.422-428. Disponível: em: www.agritempo.gov.br/modules.php?name=Downloads&d_op=getit&lid=19. Acesso em: 08 nov2006.

PESCE, C. 1941- Oleaginosas da Amazônia. Oficinas gráficas da Revista veterinária, Belém, Pará.

PINTO, P. G. 1963. Características Físico-Químicas e outras informações sobre as principais Oleaginosas do Brasil. Bol. Téc. 18. Ministério da Agricultura, Recife, Pernambuco.

PORTO, Maria José Fernandes – Estudo preliminar de dispositivo de quebra e caracterização dos parâmetros físicos do coco babaçu. São Luís, MA, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas – Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

PRANCE G. T. & SILVA, M. F. 1975. Árvores de Manaus. CNPQ-IMPA, Manaus.

PRANCE G. T. 1987. Botânica Econômica de algumas Espécies Amazônicas: Açaí, buriti, Pupunha, Pau-rosa, Araçá –boi, Camu-camu, Abiu, Copaíba, Piassaba, Patuá, Sorva, e Tucumã. Relatório de Botânica Econômica, IMPA/FUA, Manaus.

REZENDE, Josiane de Castro – Amendoim: uma alternativa no mercado de óleos refinados. São Paulo, SP, 1999. Trabalho de formatura – Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Produção.

RIBEIRO, G. D.; COSTA, R. S. C. C.; FERREIRA, M. G. R. F.; NASCENTE, A. S.; NUNES, A. M. L.; TEIXEIRA, C. A. D.; BENTES-GAMA, M.M. Cultivo do cupuaçu em Rondônia. Embrapa Rondônia. Sistemas de Produção, 9. ISSN 1807-1805 Versão eletrônica. Dez./2005.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; WADT, P. G. S.; WADT, L. H. de O. Copaíba ecologia e produção de óleo-resina. Rio Branco: EMBRAPA Acre. 2004.

RITTNER, H. – Óleo de mamona e derivados. São Paulo, SP, 1996. 559p.

ROCHA FILHO, G. N. da; A estabilidade de óleos vegetais. II Workshop de química e meio ambiente. UFPR/ Laboratório de catálise e bioquímica. 2006. Disponível em:http://www.eln.gov.br/Conhecimento/IIIWorkshopQuimica/_palestras/Palestra_14_Narciso.pdf. Acesso em 10 de outubro de 2007.

RODRIGUES SOBRINHO, F. das C.; SANTANA, J.N. A agroindústria do palmito no Estado de Rondônia: estudos preliminares. Ouro Preto do Oeste, RO: CEPLAC/SUPOC, 1999. n.p.

SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, R. M. M. Cultivo do amendoim: produção e comercialização. Embrapa algodão. Sistemas de Produção, nº7. ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica. Dez/2006.

SANTOS, R. C.; GONDIM. Cultivo do amendoim: colheita e pós colheita. Embrapa algodão. Sistemas de Produção, nº7. ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica. Dez/2006.

SEBRAE/SUFRAMA/MMA. Produtos potenciais da Amazônia: urucum, 1998.

SEBRAE-SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ACRE. Opções de investimento no Acre com Produtos Florestais Não-Madeireiros. Rio Branco, 1995.

SHANLEY, P.; CYMERIS, M.; GALVÃO, J. Frutíferas da mata na vida amazônica. Belém: [s. n.], 19998. p. 91-98.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 304p.

TEIXEIRA, M. A. Estimativa do potencial energético na indústria do óleo de babaçu no Brasil. Encontro de Energia no Meio Rural, 2000, Campinas, SP. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200045&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 dez2006.

TEIXEIRA, S. M.; MILHOMEM, A. V.; ROLIM, H. M.V. Cultivos alternativos para sustentabilidade da Agricultura familiar nos cerrados. Acesso em: 08/11/2007. Disponível em: www.herbario.com.br/dataherb13/Paper0553.pdf.

TOMM, G.O. – Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. Revista Plantio Direto, v. 15, n. 94, p.4-8, jul./ago. 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/canola-rev_plantio_direto2006.pdf. Acesso em 30nov2006.

UNGARO, M.R.G. – Potencial do Girassol como fonte de matéria-prima para o PNPB. II Simpósio do Agronegócio de Plantas Oleaginosas. IAC. Disponível: em:

http://www.ciagri.usp.br/~simpol/downloads/05%20Girassol%20IAC.pdf. Acesso em: 30 out2006.

ZONA, S. & A. HENDERSON. 1989. A review of animal-mediated dispersal in palms.

- Sites Internet :

http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/ – Embrapa

www.ibge.com.br – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

www.agricultura.gov.br – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

www.conab.gov.br – Companhia Nacional de Abastecimento

www.iac.sp.gov.br – Instituto Agronômico

www.biodieselbr.com – Portal do Biodiesel

www.cnpa.embrapa.br – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

www.aboissa.com.br – Aboissa Óleos Vegetais

www.agropalma.com.br – Grupo Agropalma

www.orgadem.org – Organização de Apoio ao Desenvolvimento dos Municípios

www.campestre.com.br – Campestre Indústria e Comércio de Óleos Vegetais LTDA

www.iea.sp.gov.br – Instituto de Economia Agrícola

www.cnpso.embrapa.br – Embrapa Soja

www.wikipedia.org – A Enciclopédia Livre

www.agrobyte.com.br – Agrobyte, Semeando Informações

www.algodao.agr.br – Algodão Brasileiro

www.canola-council.org – Canola Council of Canada

www.bibvirt.futuro.usp.br/especiais/frutasnobrasil – Frutas no Brasil

www.assema.org.br – Associação em Áreas de Assentamento no Estado do Maranhão

www.biologo.com.br/plantas/cerrado – Plantas do Cerrado

www.agenciaamazonia.com.br – Espécie nativa do Acre pode virar biodiesel

http://www.latelierparfums.com.br/murumuru.htm – L'atelier Cultural/ Pesquisa e literatura

http://r0.unctad.org/infocomm/espagnol/cacao/tecnologia.htm – UNCTAD